

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2002年 4月17日

出願番号
Application Number:

特願2002-115399

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
country code and number
of your priority application,
which is used for filing abroad
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 2 - 1 1 5 3 9 9

願 人
Applicant(s):

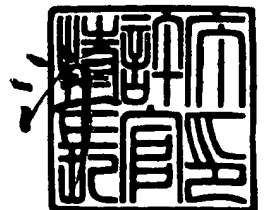
オリンパス株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2005年 9月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2005-3077101

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 02P00686

【提出日】 平成14年 4月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 21/00
A61B 1/00
G01B 9/02
G02B 21/00
G02B 26/10

【発明の名称】 光イメージング装置

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス光学
工業株式会社内

【氏名】 謝 天宇

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス光学
工業株式会社内

【氏名】 内山 昭夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス光学
工業株式会社内

【氏名】 大川 敦

【特許出願人】

【識別番号】 000000376

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号

【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社

【代理人】**【識別番号】** 100076233**【弁理士】****【氏名又は名称】** 伊藤 進**【先の出願に基づく優先権主張】****【出願番号】** 特願2001-139136**【出願日】** 平成13年 5月 9日**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 013387**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9101363**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光イメージング装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被検体に低干渉性光を照射し、前記被検体から反射・散乱した反射・散乱光の情報から前記被検体の断層像を構築する光イメージング装置であって、

前記低干渉性光を発生する光源と、

前記低干渉性光を計測光と参照光に二分岐させる光分岐手段と、

前記計測光を被検体に伝送・受光するための交換可能な光コネクタ部を持つ光プローブ部と、

前記光プローブと接続し、前記計測光を被検体に対して走査させるスキヤニング駆動手段と、

前記被検体で反射・散乱された計測光と干渉する前記参照光の光路長を調整する光ディレイ手段と、

前記計測光と前記参照光の光学特性を調整する光学系調整手段と、

前記受信光と参照光との干渉光を検出する光検出手段と、

前記光検出手段が検出した信号を処理し、前記被検体の断層画像を生成する画像生成手段と、

前記被検体の断層画像の表示パラメータを調整する画像表示調整手段とを有する光イメージング装置において、

前記光プローブに該光プローブの特徴情報を保持する情報保持手段と前記光プローブの情報を検知する情報検知手段を設け、

前記情報検知手段からの検知情報により、前記スキヤニング駆動手段、前記光学系調整手段、及び前記画像表示調整手段の少なくとも何れか一つを制御する制御手段を備えたことを特徴とする光イメージング装置。

【請求項 2】 前記計測光を被検体に対して走査させる前記スキヤニング駆動手段が前記光プローブの出光部を走査させるプローブスキヤニング駆動手段であることを特徴とする請求項 1 記載の光イメージング装置。

【請求項 3】 前記プローブスキヤニング駆動手段が、前記光プローブを光プロー

ブの軸方向に対して進退走査させる駆動手段であることを特徴とする請求項 2 記載の光イメージング装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被検体に低干渉性の光を照射し、その散乱・反射してきた光の情報から被検体内部の断層像を構築する光イメージング装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来技術としては、特開平 1 1 - 1 4 8 8 9 7 号があり、体内などへ挿入し光入射口から被検体に向けて低干渉光を走査しつつ出射して前記被検体からの反射光を入射する光入射手段を先端に有する光プローブを備え、前記光プローブで得られる前記被検体からの反射光を基に、光の干渉を利用して被検体の断層像を得る OCT (Optical Coherence Tomography) と呼ばれる光イメージング装置が知られている。

【0 0 0 3】

このような光イメージング装置として、光走査プローブが着脱自在のコネクタにより観測装置本体と接続され、プローブの交換が簡単にできる。

【0 0 0 4】

また、請求項 2 及び 3 に対する従来技術として、特願平 1 1 - 1 3 4 5 9 0 がある、被検体の 3 次元断層像を得るために、光走査プローブを回転させる回転駆動手段と、光走査プローブを軸方向に進退させる進退駆動手段とを設けた光イメージング装置が開示されている。

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

特開平 1 1 - 1 4 8 8 9 7 号では、プローブの走査範囲、焦点距離やシース径が異なった複数種類の光プローブを使用する時に、人間の認知により光プローブの種類を判断し、光プローブの種類・特徴に合うように手動操作でシステム（ハードとソフト）の設定を行う面倒な操作性という欠点があった。

【 0 0 0 6 】

また、この従来例では、光走査プローブの長さのバラツキ以外の他のパラメータ（例えば、プローブの径、焦点位置など）の変化を考慮していないので、光走査プローブの長さ以外のパラメータが異なったプローブ（種類が違う）に共有性がない欠点があった。

【 0 0 0 7 】

また、この従来例などでは、光走査プローブのバラツキは人間の認知により判断され、前記長さの補正のため、光路長の調整もマニュアルで行われるので、検知・判断も調整も面倒である欠点があった。

【 0 0 0 8 】

特願平 1 1 - 1 3 4 5 9 0 は、専用の 3 D 光イメージングシステムであるので、3 D 光走査プローブ以外の光走査プローブの場合、プローブにあった制御や画像表示をする汎用性の低いという欠点があった。

【 0 0 0 9 】

また、表示された断層像上に、画像分解能が一番高い焦点位置がどこにあるか容易に分からず、操作者は目測で焦点位置の判断を行っていたため、診断に時間がかかるという問題があった。特に、複数種類の光プローブを使うときに、プローブの焦点位置が違うということもあるので、焦点位置の判断は難しくなる。

【 0 0 1 0 】

（発明の目的）

請求項 1 の目的は、複数種類の光プローブの特徴情報を自動的に検知・判別できるようにした光イメージング装置を提供することにある。

【 0 0 1 1 】

請求項 2、3 の目的は、複数種類光プローブの種類特徴情報（走査方式、焦点位置、シース径など）の自動検知により、プローブ種類に合った制御や表示方式にする、または前記光プローブ種類特徴情報を表示画像上で表示・特定するようにした光イメージング装置を提供することである。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

被検体に低干渉性光を照射し、前記被検体から反射・散乱光の情報から前記被検体の断層像を構築する光イメージング装置であって、

前記低干渉性光を発生する光源と、

前記計測光を被検体に伝送・受光するための交換可能な光コネクタ部を持つ光プローブ部と、

前記光プローブと接続し、前記光プローブを光軸方向に進退する及び回転させるスキャン駆動手段と、

前記被検体で反射・散乱された計測光と干渉する前記参照光の光路調を走査する光ディレイラインと、

前記受信光の光路長と前記参照光の光路長を一致させるための光路長調整手段と、

前記受信光と参照光との干渉光を検出する手段と、

前記検出手段が検出した干渉信号を信号処理し、前記被検体の断層画像を生成する画像生成手段と、

前記被検体の断層画像上に前記光プローブの焦点位置、焦点範囲、プローブのシースなどを実際の寸法に対応する位置に示す手段と、
を有する光イメージング装置において、

前記光プローブに該光プローブの特徴情報を保持する情報保持手段と前記光プローブの情報を検知する情報検知手段を設け、

前記光プローブ情報の検知手段からの検知情報により、上記プローブスキャン駆動手段、あるいは上記光ディレイライン内の光路長走査手段、あるいは上記被検体の断層画像を生成する画像生成手段の少なくともいずれか一つを制御する制御手段とを備えたことにより、接続された光プローブに適したスキャン駆動制御や、光路系の調整、表示画像の調整等ができるようにしている。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

(第1の実施の形態)

図1ないし図19は本発明の第1の実施の形態に係り、図1は第1の実施の形

態の光イメージング装置の構成を示す構成図、図 2 は図 1 内のマイクロスイッチ方式プローブ情報検知機構の構成を示す構成図、図 3 は図 2 のマイクロスイッチ検知方式の動作原理を説明する説明図、図 4 はプローブ情報を検知・処理する手順のフローチャート、図 5 は図 4 のプローブ情報検知手順の詳細を示すフローチャート、図 6 は図 4 の光学系調整・制御の処理手順のフローチャート、図 7 は図 4 のプローブスキャン駆動・制御と、画像化及び表示の設定をする処理手順のフローチャート、図 8 は光路長走査部の参照光の光路長調整機構等の構成を示す構成図、図 9 (A) 及び (B) は図 8 の光路長自動調整機構が動作する前と自動調整後のラジアルスキャン断層像図、図 10 はシース径の細い光プローブを示す構成図、図 11 はシース径の太い光プローブを示す構成図、図 12 は図 10 の光イメージング装置上で表示した説明図、図 13 は光路長調整を行っていない状態で図 11 の光プローブのシースをラジアルスキャン断層像上で表示した説明図、図 14 は光路長調整を行った状態で図 11 の光プローブのシースのラジアルスキャン断層像上で表示した説明図、図 15 は光プローブの計測光の焦点位置と焦点範囲を示す説明図、図 16 はラジアルスキャン OCT 画像上に光プローブの焦点位置を表示した説明図、図 17 はリニアスキャン OCT 画像上に光プローブの焦点位置を表示した説明図、図 18 はラジアルスキャン OCT 画像上に光プローブの焦点範囲を表示した説明図、図 19 はリニアスキャン OCT 画像上に光プローブの焦点範囲を表示した説明図である。

【0014】

図 1 に示す光イメージング装置（光断層画像装置）1 は低干渉性光源 2 を有する。この低干渉性光源 2 はその波長が例えば 1300 nm で、その可干渉距離が例えば 17 μ m 程度であるような短い距離範囲のみで干渉性を示す低干渉性光の特徴を備えている。つまり、この光を例えば二つに分岐した後、再び混合した場合には分岐した点までの二つの光路長の差が 17 μ m 程度の短い距離範囲内の場合には干渉した光として検出され、それより光路長の大きい場合には干渉しない特性を示す。

【0015】

この低干渉性光源 2 の光は第 1 のシングルモードファイバ 3 a の一端に入射さ

れ、他方の端面側に伝送される。この第1のシングルモードファイバ3aは光カップラ4で第2のシングルモードファイバ5aと光学的に結合されている。従って、この光カップラ4で計測光と参照光と二つに分岐され、計測光は第3シングルモードファイバ3bに、参照光は第4シングルモードファイバ5bに伝送される。

【0016】

第3のシングルモードファイバ3bの（光カップラ4より）先端側は、光イメージング観測装置6内で非回転部と回転部とで光を伝送可能な結合を行う光ロータリジョイント7内を介して第5シングルモードファイバ8と接続されている。

この第5シングルモードファイバ8の先端側に光走査プローブ（以下、光プローブと略記）9のコネクタ部（装着部ともいう）10が着脱自在で接続され、この光走査プローブ9内に挿通される第6のシングルモードファイバ11に低干渉性光源2の光が伝送（導光）される。そして、伝送された計測光は光プローブ9の先端のプリズム43で反射されて被検体としての生体組織12側に走査されながら照射される。

【0017】

また、第4のシングルモードファイバ5bの光カップラ部4より分岐した参照光は、参照光の光路長を変える光路長走査部13に接続されている。

【0018】

そして、この光路長走査部13内の光ファイバ5bの先端面よりレンズ14を介してミラー15に照射されて反射される。ここで、ミラー15は、アクチュエータ16によりその光軸方向に進退可能になっており、ミラー15の位置を変えることにより、光路長（光ディレイ量）を変化できるようにしている。

【0019】

アクチュエータ16の動作はコンピュータ18と接続されているアクチュエータ制御回路17によって制御される。この光路長走査部13は光プローブ9により生体組織12の深さ方向に所定の走査範囲だけ走査する計測光の光路長に対応してこの走査範囲の光路長だけ高速に変化させることができるようにしている。

【0020】

また、生体組織 12 側での表面或いは内部での散乱・反射などした計測光の一部が光プローブ 9 に取り込まれ、逆の光路を経て第 3 のシングルモードファイバ 3 b 側に戻る。また、前記光路長走査部 13 から戻ってきた参照光が第 4 のシングルモードファイバ 5 b に戻り、前記計測光の戻り光と参照光とが光カップラ 4 により干渉し、第 2 のシングルモードファイバ 5 a の先端から光検出器 (PD) 19 に入射される。

【0021】

上記光検出器 19 で光電変換された干渉電気信号は信号処理回路 21 に入力され、この信号処理回路 21 により前記干渉電気信号に対する信号処理がされた後、その出力は A/D 変換器 22 を経てコンピュータ 18 に入力される。このコンピュータ 18 で断層像に対応した画像データを生成し、モニタ 23 に出力し、その表示面 23 a に OCT 像 (光イメージング像) 30 を表示する。

【0022】

また、光ロータリジョイント 7 は観測装置 6 内の駆動部 24 により駆動される。

この駆動部 24 は光ロータリジョイント 7 のロータ側を回転駆動する回転駆動手段 25 と、固定台 26 の上に載せている光ロータリジョイント 7 及び前記回転駆動手段 25 を軸方向に進退移動する進退移動手段 27 とが設けてあり、これらは駆動制御回路 28 によって制御される。

【0023】

そして、光ロータリジョイント 7 のロータ側と接続しているプローブ 9 の光ガイド部 (光ファイバ 11 が挿通されている中空のフレキシブルシャフト 29) が光プローブ 9 のシース 31 内でラジアル回転とリニア進退移動する。

【0024】

前記回転駆動手段 25 は、回転駆動するモータ 32 と、このモータ 32 の回転軸に取り付けたモータロータ (プーリ) 33 と、このモータロータ (プーリ) 33 と第 5 シングルモードファイバ 8 が挿通されているシャフト 20 とに掛け渡したベルト 34 とによって構成される。

【0025】

また、進退移動手段 2 7 は、回転駆動するモータ 3 5 と、このモータ 3 5 により回転される回転プレート 3 6 と、この回転プレート 3 6 に一端が接続され、他端が固定台 2 6 に接続され、この他端側を進退移動させる駆動ロッド 3 7 とによって構成される。

また、コンピュータ 1 8 は前記駆動制御回路 2 8 を介して駆動部 2 4 を構成する前記回転駆動手段 2 5 と進退移動手段 2 7 とを制御する。

【 0 0 2 6 】

コンピュータ 1 8 には、光プローブ 9 の特徴情報を指示するプローブ情報特定手段 3 8 が接続されている。このプローブ情報特定手段 3 8 から光プローブ 9 の特徴情報の入力を行うことにより、コンピュータ 1 8 はその光プローブ 9 に合うような制御・調整を行える。前記プローブ情報特定手段 3 8 は、例えばキーボード或いはスイッチによるなどによる手動入力手段である。

或いは、前記プローブ情報特定手段 3 8 に代えて、下記のように光プローブ 9 の特徴情報を自動的に検知する手段を設けることもできる。

【 0 0 2 7 】

なお、簡単化のため、図 1 等ではプローブ情報特定手段 3 8 と共に、光プローブ 9 の特徴情報を自動的に検知する手段も示す。

図 1 に示すように前記光プローブ 9 は光プローブ 9 の装着部 1 0 を介して光イメージング観測装置 6 に接続しており、光プローブ 9 の装着部 1 0 の内側にはプローブ情報保持手段 3 9 を設けている。

【 0 0 2 8 】

一方、前記観測装置 6 の光プローブ 9 の装着部 1 0 と接続している部位に前記プローブ情報保持手段 3 9 に対応しているプローブ情報検知手段 4 0 を設けている。この構成によって、光プローブ 9 が観測装置 6 に接続されると、プローブ情報保持手段 3 9 内に保持されているプローブ情報がプローブ情報検知手段 4 0 によって検知・入力され、そのプローブ情報がコンピュータ 1 8 に送られ。コンピュータ 1 8 は前記検知したプローブ情報を判断し、その光プローブ 9 に対応したシステムの制御や設定を行う。

【 0 0 2 9 】

次に、前記プローブ情報保持手段 39 とプローブ情報検知手段 40 としての具体的構成例としてマイクロスイッチ方式の実施の形態を説明する。

図 2 及び図 3 は本実施の形態における光プローブ情報保持と検知手段に係り、マイクロスイッチ方式の光プローブ情報を検知する機構の構成を説明する。図 2 は光プローブ 9 が光イメージング観測装置 6 に接続されている状態を示している。

【0030】

光プローブ 9 のシース 31 や装着部 10 が光イメージング観測装置 6 の接続部 6a に接続される。光プローブ 9 の光ガイド部（光ファイバ 11 とフレキシブルシャフト 29）がその後端の光コネクタ 41 と、この光コネクタ 41 と嵌合して接続される光コネクタ受け 42 を介して光イメージング装置 6 内の光ファイバ 8 が挿通されているシャフト 20 と結合する。光プローブ 9 の装着部 10 の内側に、光プローブ 9 の中心軸と平行に突出する複数個の検知ピン 45 を設けて、図 1 のプローブ情報保持手段 39 を構成している。

【0031】

また、観測装置 6 の接続部 6a の内側に、前記検知ピン 45 と対応する位置に接触、非接触自在にマイクロスイッチ 46 を設けて、図 1 のプローブ情報検知手段 40 を構成している。このマイクロスイッチ 46 中の全てのマイクロスイッチ素子は、その一方の端子が、ケーブル 47 を介してコンピュータ 18 内の検知回路に入力される。

【0032】

図 3 はこれらの接続関係を表したものである。検知ピン 45 に設けられた突起部 45a に対応する位置に設けられた（マイクロスイッチ 46 の）押しピン 46b は前記突起部 45a に押さえられることになり、それによって、前記押しピン 46b に繋いでいるスイッチ部 46a がスイッチオンになる。

【0033】

検知ピン 45 の突起部のない位置にあるマイクロスイッチ 46 の押しピン 46c は押されないため、前記押しピン 36c に繋いでいるスイッチ部 46d はスイッチオフのままである。前記スイッチ部 46a と 46d はケーブル 47 を介して

コンピュータ 18 に接続され、そのスイッチ状態（オン／オフ）がプローブ特徴情報としてコンピュータ 18 に検知される。

【0034】

このように両接続部が接続すると、検知ピン 45 の突起部 45 a の配置に応じて、マイクロスイッチ 46 の各々のスイッチが ON か OFF になる。すると、コンピュータ 18 は前記各スイッチのスイッチング状況を検知し、接続された光プローブ 9 のプローブ特徴情報として判別する。

【0035】

前記検知ピン 45 の突起部 45 a 配置パターンは、光プローブ 9 の種類に対応している。検知できる光プローブ 9 の種類の数は、前記マイクロスイッチ 46 のマイクロスイッチ素子数の 2 乗となる。例えば、図 3 に示すようにマイクロスイッチ素子が 4 個ある場合には、検知できるプローブ種類の数は 16 である。

【0036】

前記光プローブ 9 の特徴情報検知手段より検知された光プローブ 9 の特徴情報に基づいて、その光プローブ 9 に合うような制御・調整を行える。

図 4 はプローブ情報を検知・処理する手順のフローチャートを示す。図 4 のステップ S1 では、前記プローブ情報保持手段 39 とプローブ情報検知手段 40 から接続されている光プローブ 9 の特徴情報が読み取られる（読み取り手順は、図 5 で説明する）。図 4 のステップ S2 では、前記ステップ S1 で読み取った光プローブ 9 の光学特性情報に基づき、コンピュータ 18 は光イメージング装置 1 の光学系を調整・制御する（調整の手順は、図 6 で説明する）。

【0037】

図 4 のステップ S3 では、前記ステップ S1 で読み取った光プローブ 9 に対するスキニング方式の情報に基づき、光プローブ 9 に対するプローブスキニング駆動・制御する（制御の手順は、図 7 で説明する）。

【0038】

図 4 のステップ S4 では、前記ステップ S1 で読み取った光プローブ 9 の情報に基づき、OCT 画像化及び OCT 画像の表示の設定（調整）を行う（設定の手順は、図 7 で説明する）。図 4 のステップ S5 では、OCT 画像化及び OCT 画

像の表示を行う。図4のステップS6では、終了判別を行い、終了を選択するとこの処理を終了し、終了を選択しないとステップS5の処理に戻る。

【0039】

図5は、図4のステップS1の具体例の内容を示すフローチャートである。図5に示すステップS11では、前記プローブ情報保持手段39とプローブ情報検知手段40から光プローブ9の光路長及びシース径を読み取る。図5に示すステップS12では、光プローブ9のスキニング方式（ラジアル方式か、リニア方式か、3D方式か）を読み取る。図5に示すステップS13では、プローブ焦点距離／焦点範囲データを読み取る。

【0040】

例えば、コンピュータ18は、前記プローブ情報検知手段40により検知したプローブ情報で、観測装置6に接続されている光プローブ9が例えばリニア走査プローブであると判断した場合、前記駆動制御回路28を介して前記進退移動手段27（モータ35、回転プレート36と駆動ロッド37）を制御して、前記光プローブ9を進退移動（リニア移動）させる。

【0041】

また、接続されている光プローブ9がラジアル走査プローブであると判断した場合、コンピュータ18は前記駆動制御回路28を介して前記回転駆動手段25（モータ32、モータロータ33及びベルト34）を制御して、前記光プローブ9を回転させる。

【0042】

また、観測装置6に3D（リニア走査とラジアル走査の両方可能な）プローブが接続された場合、コンピュータ18は前記光プローブ9が3Dプローブである情報を認識し、前記駆動制御回路28を介して前記進退移動手段27と前記回転駆動手段25を制御して、前記光プローブ9を進退と回転とを同時に動作させる。

【0043】

図6は、図4のステップS2の詳細な内容を示すフローチャートである。つまり、図6は図4のステップS2の光学系調整・制御の具体例を示す。図8で後述

するように光路長走査部 13 には参照光の光路長を調整する光路長調整機構 13b が設けてあり、図 6 はこの光路長調整機構 13b の調整・制御の手順のフローチャートである。

【0044】

図 6 に示すステップ S21 では、光プローブ 9 の光路長及び光プローブ 9 のシース径に基づき、参照光の光路長調整量を指定する。

つまり、コンピュータ 18 は、前記プローブ情報検知手段 40 により検知したプローブ情報で、接続されている光プローブ 9 の光路長及びシース径の情報を抽出して、光プローブ 9 の光路長と光プローブ 9 のシース径とを加算して、その値を参照光の光路長設定量（光路長調整量）として、光路長調整機構 13b に送る。

【0045】

そして、図 6 のステップ S22 では、参照光の光路長調整機構 13b を制御して参照光の光路長を調整する。

つまり光路長調整機構 13b（の図 8 に示すモータ回転制御回路 52）を制御し、参照光の光路長調整量を指定された光路長となるようにレンズ 14 の位置を制御し、適正な光路長の位置に調整する。そして、ステップ S3 に移る。

【0046】

図 7 の上半分（ステップ S3 部分）は、図 4 のステップ S3 のプローブスキャン駆動・制御する処理手順を示すフローチャートである。

図 7 のステップ S31 では、光プローブ 9 のスキャン方式を判別する。この判別により、光プローブ 9 が例えばラジアル式プローブである場合、図 7 のステップ S32 に進む。

【0047】

ステップ S32 では、図 1 のプローブ回転駆動手段 25（32，33，34）を制御して光プローブ 9 を回転させる。

光プローブ 9 がリニア式プローブである場合、図 7 のステップ S33 に進み、図 1 のプローブ進退移動手段 27（35，36，37）を制御して光プローブ 9 を進退移動させる。

【0048】

また、光プローブ9が3D式プローブである場合、図7のステップS34に進み、プローブ回転駆動制御手段25（32，33，34）とプローブ進退移動手段27（35，36，37）とを同時に制御して光プローブ9を進退と回転を同時に動作させる。

【0049】

図7の下半分（ステップS4部分）は、図4のステップ4を説明するOCT画像化及び画像表示を設定する手順を示すフローチャートである。

図7のステップS41では、ラジアル式プローブに対して、OCT画像化や画像表示をラジアル画像に設定する。

【0050】

図7のステップS42では、リニア式プローブに対して、OCT画像化や画像表示をリニア画像に設定する。

また、図7のステップS43では、3D式プローブに対して、OCT画像化や画像表示を三次元画像に設定する。

【0051】

図7のステップS44では、図5のステップS13で読み取った光プローブ9の焦点位置情報に基づいて、OCT画像上に焦点位置マーカの表示位置を設定する。

【0052】

図7のステップS45では、図5のステップS13で読み取った光プローブ9の焦点範囲情報に基づいて、OCT画像上に焦点範囲マーカの表示位置を設定する。

【0053】

次に図8及び図9を参照して、光プローブ9の光路長情報に応じて、参照光の光路長を計測光の光路長と一致させるように参照光の光路長を自動調整する制御機構を説明する。

図8は光イメージング装置1の参照光の光路長走査部13において、参照光の光路長を（深さ方向に所定範囲）走査する光路長走査機構13a及び前記参照光

の光路長を調整する光路長調整機構 13b との構成を説明する構成図、図 9 (A) は生体組織 12 からの計測光の光路長が参照光の光路長と一致した時の OCT 画像、図 9 (B) は生体組織 12 からの計測光の光路長が参照光の光路より長いときの OCT 画像である。

【0054】

光イメージング装置 1 では、同種類の光プローブ 9 でも製造上のバラツキ或いは光プローブ 9 の仕様によって光プローブ 9 内で計測光を伝送する光ファイバ 11 の長さが異なった場合がある。

【0055】

光イメージング装置 1 の OCT 画像は、前記光プローブ 9 の計測光と前記光路長走査部 13 の参照光との干渉光の光信号が電気信号に変換され画像化されたものであって、前記計測光と参照光の光路長が違った場合に OCT 画像上の表示位置も大きさも変わる。前記計測光の光路長と参照光の光路長との差が、光路長走査部 13 中の参照光の光路長走査機構 13a の走査幅 A よりも大きい場合、干渉光の光信号は完全になくなって OCT 画像上に何の画像表示もなくなってしまう。

【0056】

図 9 (A) は、前記計測光の光路長が参照光の光路長と一致したときの正常なラジアルスキャンの OCT 画像 30a を示す。画像中心部にある円は光プローブ 9 のシース像 55a、左は表示体 a の像 56a、右は他の表示体 b の像 57a である。

【0057】

図 9 (B) は生体組織 12 からの計測光の光路長が参照光の光路長より長いときのラジアルスキャンの OCT 画像 30b である。この場合では、OCT 画像 30b は図 9 (A) の場合より拡大され、画像中心部にある光プローブ 9 のシース像 55b は図 9 (A) の場合のシース像 55a より大きく、左の表示体 a の像 56b も、右の表示体 b の像 57b も大きくなって、一部が OCT 画像 30b の領域からはみ出ている。

【0058】

このように、光ファイバ10の長さが異なった光プローブ9を使用する場合、例えば光プローブ9のシースの径が同じでも、OCT画像上のシース像の大きさも違って、表示体の位置と大きさも違う。このため、比較する機能が低下する欠点がある。そのため、参照光の光路長を調整して光プローブ9の計測光の光路長と一致するようにする必要がある。因みに図9(B)の表示状況を図9(A)の表示に調整する必要がある。

【0059】

従来技術（例えば特開平11-148897号）では、光プローブの長さバラツキを補正するために光路長の調整機構を設けているが、光プローブの長さバラツキが人間の認知により判断され、前記長さの補正のため、光路長の調整もマニュアルで行われるので、検知・判断も調整も面倒である欠点があった。

【0060】

本実施の形態では図8に示すように、参照光の光路長走査部13中に、参照光の光路長を（プローブ情報により自動的に）調整する光路長調整機構13bを設けてある。この光路長調整機構13bには、ファイバ5bの端部と参照光を集光するレンズ14とが移動可能なレンズホルダ49に装着され、このレンズホルダ49のネジ孔部はモータ50の回転軸に取り付けられた直進駆動ネジ機構51に螺合している。

【0061】

また、モータ50はモータ回転制御回路52の制御によって回転量が制御される。また、モータ50はロータリエンコーダ53により、その回転量が検出され、その回転量を表すエンコード信号はモータ回転制御回路52に送られる。

【0062】

そして、モータ50が回転されると、レンズホルダ49に取り付けられたレンズ14が参照光の進行方向に前進或いは後退移動する。

【0063】

そうすることによって、参照光の光路長を調整することができるようになっている。また、モータ50によるレンズ14の移動量はエンコーダ53のエンコード信号から精密に検出され、レンズ14の位置を精密に制御・定位ができる。

【0064】

また、モータ制御回路52はコンピュータ18と接続され、コンピュータ18の制御により動作する。コンピュータ18は、光プローブ9が光イメージング装置1の観測装置6に接続時、プローブ情報の自動検知手段により、自動的に前記光プローブ9の長さを含めたすべてのプローブ特徴情報を検知・読み取りをして、その光プローブ9の長さに対応して、モータ回転制御回路52を介して、モータ50を制御し、参照光の光路長を計測光の光路長と一致するように調整する。

【0065】

図10ないし図14は、シース径が異なったプローブ種類の場合、前記図8の光路長調整機構13bを用いて参照光の光路長を調整することによって、OCT画像上でシース像の大きさを調整して実際のプローブ径の値に対応した画像上の目盛りの位置で設定することができるようにしたものである。

【0066】

図10と図11は、プローブシース径 d_1 の光プローブ61と、プローブシース径 d_2 の光プローブ62との2種類プローブを示す。前記光プローブ61を使用した場合のOCT画像は図12となる。

【0067】

図12では、前記光プローブ61のシース像63は前記光プローブ61のシース径 d_1 に対応したサイズで d_1 で表示され、関心領域64aも前記シース像の大きさ d_1 と比例した大きさで表示される。また、このOCT画像30cでは目盛り65が付けて表示されている。

【0068】

この状態で、前記光プローブ61に代えて、光路長が同じでシース径が d_2 の光プローブ62を使用すると、OCT画像30dは、図13に表示されるようになる。因みに、光プローブ62のシース像66aは図12の光プローブ61のシース像63と同じ大きさ d_1 で表示され、図12の関心領域64aは図13でサイズが小さくなった関心領域64bになる。このように、光プローブのシース径が変わるとOCT画像30c或いは30dの拡大率が変わってしまう問題がある。

。

【0069】

前記問題を解決するために、本実施の形態では、プローブ特徴情報検知手段により、光イメージング装置 1 に接続された光プローブのシース径の値を読み取り、図 8 の光路長調整機構 13 b を用いて自動的に参照光の光路長を調整して、OCT 画像上で光プローブのシース像の大きさを実際の光プローブ径の値に対応した画像上の目盛り位置に設定することによって、OCT 画像の拡大率を目盛りと一致させるようにする。

【0070】

例えば、前記シース径 d_2 の光プローブ 62 が接続されると、コンピュータ 18 が前記のプローブ特徴情報検知手段により、前記光プローブ 62 のシース径の d_2 値を読み取り、図 8 の光路長調整機構 13 b を使って自動的に参照光の光路長を調整し、図 14 に示すように前記光プローブ 62 のシース像の大きさを画像上でその値が d_2 にする。

【0071】

そうすることによって、光プローブ 62 の OCT 像 30 e (図 14) と光プローブ 61 の OCT 像 30 c (図 12) とは同じ拡大率になり、光プローブ 62 のシース像 66 b の大きさは、光プローブ 61 のシース像 63 の大きさの d_2/d_1 倍、同じ被検体に対して関心領域 64 a の表示サイズは図 14 と図 12 が同じになる。

【0072】

図 15 は、光プローブの焦点位置或いは焦点範囲の特徴情報に基づき、OCT 画像上で光プローブの焦点位置或いは焦点範囲を表示する方法を示す説明図である。

【0073】

OCT 画像中では、焦点位置付近は方向分解能が高く高品位な像になり、その位置より離れるにつれて方向分解能の低下した像になっていく。従って、観測中の操作者は、関心領域が焦点位置に来るように操作する必要がある、しかしながら、従来の光イメージング装置では、焦点位置がどこにあるか容易に分からず、上記操作を目測で行っていたため、診断に時間がかかるという問題があった。ま

た、複数種類の光プローブを使う時に、プローブの焦点位置が違いうということもあるなので、焦点位置の判断は難しくなる。

【0074】

前記問題を解決するために、本実施の形態では、プローブ特徴情報検知手段により、光イメージング装置 1 に装着されている光プローブ 9 の焦点位置或いは焦点範囲情報を読み取り、OCT 画像上に前記光プローブ 9 の焦点位置或いは焦点範囲を示すことができるようにする。

【0075】

図 15 は、光プローブ 9 の構成と共に、計測光ビーム 71 の焦点位置 72 と焦点範囲 73 を示している。この光プローブ 9 を診断に使用する時、関心領域を焦点位置 72 に持って来ると OCT 画像上に前記関心領域が高い分解能で表示される。

【0076】

計測光ビーム 71 の焦点位置 72 とは、前記計測光ビーム 71 の中にビーム径が一番細いところのことである。光プローブ 9 の構成によって、前記計測光ビーム 71 の NA が大きい場合、焦点位置 72 は光プローブ 9 のシース 31 に近いところにあり、焦点位置 72 も空間的に一点である。

【0077】

前記計測光ビーム 71 の NA が小さい場合、焦点位置 72 は光プローブ 9 のシースより遠いところになり、ビーム径の細い部分は空間的にもう一点ではなく、ビーム上で一定な範囲になる。この場合には、焦点範囲 73 として扱うのが適切である。

【0078】

前記計測光ビーム 71 の焦点位置 72 は一点である時、ラジアルスキャンの場合、図 16 に示すように、OCT ラジアルスキャン像 74 a 上に、焦点位置マーカ 75 が合成されて表示されるようにしている。この焦点位置マーカ 75 は、光プローブ 9 の計測光ビーム 71 の焦点位置 72 を示すものであり、ラジアルスキャンの場合、円形である。そして、この焦点位置 72 付近は分解能が高い。

【0079】

観測装置 6 に接続された光プローブ 9 に対してそのプローブ特徴情報がコンピュータ 18 に送られ、コンピュータ 18 はその光プローブ 9 の焦点位置 72 の情報を抽出して、その焦点位置 72 に対応した焦点位置マーカ 75 を図 16 に示すようにモニタ 23 に表示するように制御する。

【0080】

従って、操作者が光プローブ 9 を操作して、特に注目する関心領域 76 a を前記焦点位置マーカ 75 付近に位置させると、最良の分解能で関心領域 76 a が描出されることになる。

【0081】

リニアスキャンの場合、図 17 に示すように、焦点位置マーカ 80 がリニアスキャン像 81 a 上に一直線となり、関心領域 76 b を前記焦点位置マーカ 80 付近に位置させると、関心領域 76 b が最良の分解能で描出される。

【0082】

前記計測光ビーム 71 の焦点が一定な範囲である時、ラジアルスキャンの場合、図 18 に示すように、OCT ラジアルスキャン像 74 b 上に、前記光プローブ 9 の計測光ビーム 71 の焦点範囲を示す 2 本の焦点範囲マーカ 82 が合成されて表示されるようにコンピュータ 18 は制御する。

【0083】

従って、操作者が光プローブ 9 を操作して、特に注目する関心領域 76 c を前記 2 本の焦点位置マーカ 82 の間に位置させると、最良の分解能で関心領域 76 c が描出されることになる。

【0084】

リニアスキャンの場合、図 19 に示すように、焦点位置マーカ 83 がリニアスキャン像 81 b 上に 2 本の直線となり、関心領域 76 d を前記 2 本の焦点位置マーカ 83 の間に位置させると、関心領域 76 d が最良の分解能で描出されるようになる。

【0085】

このように本実施の形態では、各光プローブ (9 等) の装着部 10 には、その光プローブのスキャニング方式、光路長 (及びシース径)、OCT 像を表示する

表示パラメータとしてのシース径、焦点位置或いは焦点範囲情報等のプローブ情報を保持したプローブ情報保持手段39を設け、一方観測装置6側には光プローブが接続されると、そのプローブ情報保持手段39のプローブ情報を自動的に検出或いは判別して、実際に接続された光プローブに対応したスキニングや参照光の光路長調整、表示パラメータの設定等を自動的に行うことにより、ユーザは面倒な切替操作や調整作業等を必要とすることなく、簡単かつ迅速にOCT画像を得る検査を行うことができるようにして、使い勝手や操作性を向上していることが特徴となっている。

【0086】

従って、本実施の形態は以下の効果を有する。

従来の人間判断に頼るのではなく、観測装置6に接続された光プローブ9の情報を自動的に検知できる。

【0087】

また、光プローブ9の情報（リニア／ラジアル光プローブ）を取得し、自動的にその光プローブ9に対応する制御方式でリニア走査かラジアル走査か、或いはリニアとラジアル走査とを同時に行うので、システムの操作性を向上する効果がある。

また、プローブ情報の自動検知による光路長の自動調整は、従来の人間判断で且つ手動調整より、操作性も正確性も向上できる効果がある。

【0088】

また、プローブ情報の自動検知により光路長の自動調整によるプローブシース像を実際のプローブシース径に対応した大きさで表示させることで、異なる種類（シース径が異なる）の光プローブを使用しても、OCT画像が同じ拡大率で表示されることができる。従って、画像の比較を行う機能を確保できる。

【0089】

さらに、OCT画像上に計測光焦点位置或いは焦点範囲を示すことで、焦点の位置或いは範囲を正確に知ることができ、迅速に関心領域が焦点位置に来るように操作して、最良の分解能で関心領域を描画させることができる効果がある。

【0090】

(第 2 の実施の形態)

次に本発明の第 2 の実施の形態を説明する。

図 2 0 ないし図 2 2 は、本発明の第 2 の実施の形態の主要部を示すもので、第 1 の実施の形態のマイクロスイッチ式のプローブ検知手段に代えて、光プローブ 9 と観測装置 6 との両接続部にあるプローブ情報検知手段としてフォトセンサ部 8 5 を使用している。

【 0 0 9 1 】

観測装置 6 の接続部 6 a の内側には複数のフォトセンサで構成されたフォトセンサ部 8 5 が取り付けられている。つまり、このフォトセンサ部 8 5 は図 2 1 に示すように複数の発光素子 8 6 a を取り付けた発光素子板 8 7 a と、この発光素子板 8 7 a に平行に配置され、複数の発光素子 8 6 a と対向するように複数の受光素子 8 6 b を取り付けた受光素子板 8 7 b とで構成されている。

【 0 0 9 2 】

また、光プローブ 9 の装着部 1 0 側には遮光板 8 8 が取り付けてあり、観測装置 6 に光プローブ 9 を装着すると、図 2 1 に示すように発光素子板 8 7 a と受光素子板 8 7 b との間に遮光板 8 8 が配置される。

【 0 0 9 3 】

この遮光板 8 8 は複数の発光素子 8 7 a の発光方向に貫通穴 8 9 が設けてある。この貫通穴 8 9 があるところでは、受光素子 8 6 b が発光素子 8 6 a からの光を受光でき (ON 状態)、貫通穴 8 9 のないところでは、受光素子 8 6 b は発光素子 8 6 a からの光を受光できない (OFF 状態)。

【 0 0 9 4 】

前記受光素子 8 6 b と発光素子 8 6 a にはケーブル 9 0 が接続されており、このケーブル 9 0 はコンピュータ 1 8 内の検知回路に導かれている。コンピュータ 1 8 は前記フォトセンサ部 8 5 の受光状況を検知し、光プローブ 9 の特徴情報として判別する。

【 0 0 9 5 】

図 2 2 は対となる発光素子 8 6 a と受光素子 8 6 b とによる電気系の構成を示したものである。発光素子 8 6 a の光は遮光板 8 8 により遮光されて、受光素子

86bとしての例えばフォトトランジスタには入射しない。そして、この場合にはフォトトランジスタは非導通となり、そのコレクタ出力をインバータ91で反転した出力はOFF（Lレベル）となる。

【0096】

一方、遮光板88に貫通穴89が設けてある場合には、発光素子86aの光は貫通穴89を通して受光素子86bで受光される。この場合にはインバータ91で反転した出力はON（Hレベル）となる。

【0097】

前記遮光板88の貫通穴89の配置パターンは、光プローブ9の種類に対応している。前記フォトセンサ部85のフォトセンサの数の2乗は、検知できる光プローブ9の種類の数を表している。たとえば、図21に示すようにフォトセンサが4個ある場合には、検知できるプローブ種類数は16である。なお、本実施の形態では発光素子86aからの光を遮断する方式を取っているが、反射させる方式を採用しても良い。

【0098】

本実施の形態は以下の効果を有する。

第2の実施の形態によれば、第1の実施の形態に比べてフォトセンサを採用しているので、第1の実施の形態の場合よりも安価で且つ小型にできる。

また、本実施の形態では円周上の1ヶ所のみで軸方向で複数のフォトセンサを設けられるので、装置構成の簡素化の効果もある。

【0099】

（第3の実施の形態）

図23と図24は、本発明の第3の実施の形態の主要部を示したもので本実施の形態では、光プローブ9と観測装置6との両接続部にあるプローブ情報検知手段としてメモリ部93を使用している。

このメモリ部93は、光プローブ9の装着部10の内側に設けられ、このメモリ部93に接続されたメモリコネクタ部94aを介して、観測装置6の接続部6aに設けられたケーブルコネクタ95と接続する。

【0100】

前記メモリコネクタ部 94b には、電源線や信号線などに接続されたピンが設けられ、ケーブルコネクタ 95 のピン受けに接続されたケーブル 96 を介してコンピュータ 18 と接続される。

すると、メモリ部 93 に必要な電源は前記電源線を通してコンピュータ 18 から供給され、あらかじめメモリ部 93 中に記録されたプローブ情報が前記信号線を通してコンピュータ 18 に読み出される。

図 24 はこれらの接続関係を表したものであり、メモリ部 93 の内部にはメモリセル 94b が封止されている。

【0101】

前記メモリ部 93 で構成したその変形例として、メモリ部 93 に代えて抵抗等の電子素子のマトリクス（或いはアレイ）を使用することもできる。前記電子素子のマトリクス等に対し、（その電気特性の検出等に）必要な電源や信号線は接続コネクタを通し、コンピュータ 18 に接続され、前記マトリクス内の各々の電子素子の電気特性値はプローブ特徴情報として検知される。前記電子素子は、例えば抵抗の場合、その抵抗値自身がプローブの情報としてコンピュータ 18 に検知される。

【0102】

本実施の形態によって、前記第 1、第 2 の実施の形態より多くのデータ情報を記録・検知できる効果がある。

【0103】

（第 4 の実施の形態）

本第 4 の実施の形態の形態は、直視型の光プローブを用いて、2次元の観察像（光イメージング像）を得るものに本発明を適用する。

【0104】

図 25 ないし図 43 は本発明の第 4 の実施の形態に係り、図 25 は第 4 の実施の形態の光イメージング装置に用いられる光プローブを示す概略構成図、図 26 は第 4 の実施の形態の光イメージング装置の概略構成を示す回路ブロック図、図 27 は図 26 の光検出部の概略構成を示す回路ブロック図、図 28 はスキャナにより走査される光学素子で得た画像データをサンプリングする際の様子を示す説

明図であり、図 28 (a) は光学素子が X 走査及び Y 走査される際の様子を示す説明図、図 28 (b) は X スキャナの駆動周波数を示すグラフ、図 28 (c) は Y スキャナの駆動周波数を示すグラフ、図 28 (d) はサンプリングされた画像データを実空間で並べ直した際の説明図、図 29 は図 28 (d) の画像データを等時間間隔のドットとして表示した表示画像を示す説明図、図 30 はプローブデータ部に記憶されるデータテーブルであり、図 30 (a) はプローブの型式や光路長を示すデータテーブル、図 30 (b) は X スキャナの駆動条件を示すデータテーブル、図 30 (c) は Y スキャナの駆動条件を示すデータテーブル、図 31 は信号発生器の X ドライブの概略構成を示す回路ブロック図、図 32 は 4 点補間法を説明するためのグラフ、図 33 及び図 34 は図 32 の 4 点補間法を本実施の形態に適用した際のグラフであり、図 33 はデータ列番号 B_j と X 方向の補間係数 K_{xj} との関係を求める際のグラフ、図 34 はデータ列番号 A_i と Y 方向の補間係数 K_{yj} との関係を求める際のグラフ、図 35 は画像データに補間処理を施した際の説明図であり、図 35 (a) はサンプリングされた画像データを実空間で並べ直した際の説明図、図 35 (b) は同図 35 (a) の状態から 4 点補間法により奇数フレームで補間抽出を施した際の説明図、図 35 (c) は同図 (b) の状態から偶数フレームに対して折り返し処理を施した際の説明図、図 36 ないし図 42 は信号発生器のタイミングチャートを示すグラフであり、図 36 は信号発生器の定常状態のタイミングチャートを示すグラフであり、図 36 (a) は Y スキャナの駆動信号である Y ドライブ信号の波形を示すグラフ、図 36 (b) は同図 (a) の Y ドライブ信号により駆動される Y スキャナの往路、復路の識別をする (Y-U/D) 信号の波形を示すグラフ、図 36 (c) は Y トリガー信号 (Y-Sync) の波形を示すグラフ、図 36 (d) は X トリガー信号 (X-Sync) の波形を示すグラフ、図 36 (e) はクロック周波数 f_s の波形を示すグラフ、図 37 は Y ドライブ信号が + の最大値となる際のタイミングチャートを示すグラフであり、図 37 (a) は Y スキャナの駆動信号である Y ドライブ信号の波形を示すグラフ、図 37 (b) は同図 (a) の Y ドライブ信号により駆動される Y スキャナの往路、復路の識別をする (Y-U/D) 信号の波形を示すグラフ、図 37 (c) は Y トリガー信号 (Y-Sync) の波形を示すグラフ、図 37

(d) はXトリガー信号 (X-Sync) の波形を示すグラフ、図37 (e) はクロック周波数 f_s の波形を示すグラフ、図37 (f) はXスキヤナの駆動信号であるXドライブ信号の波形を示すグラフ、図37 (g) はXスキヤナにより走査される光学素子のX方向駆動角度を示すグラフ、図38は第1フレーム目 (往路) のYトリガー信号 (Y-Sync) が出力される際のタイミングチャートを示すグラフであり、図38 (a) はYスキヤナの駆動信号であるYドライブ信号の波形を示すグラフ、図38 (b) は同図 (a) のYドライブ信号により駆動されるYスキヤナの往路、復路の識別をする (Y-U/D) 信号の波形を示すグラフ、図38 (c) はYトリガー信号 (Y-Sync) の波形を示すグラフ、図38 (d) はXトリガー信号 (X-Sync) の波形を示すグラフ、図38 (e) はクロック周波数 f_s の波形を示すグラフ、図38 (f) はXスキヤナの駆動信号であるXドライブ信号の波形を示すグラフ、図38 (g) はXスキヤナにより走査される光学素子のX方向駆動角度を示すグラフ、図39は1フレーム分のサンプリングが終了する直前のタイミングチャートを示すグラフであり、図39 (a) はYスキヤナの駆動信号であるYドライブ信号の波形を示すグラフ、図39 (b) は同図 (a) のYドライブ信号により駆動されるYスキヤナの往路、復路の識別をする (Y-U/D) 信号の波形を示すグラフ、図39 (c) はYトリガー信号 (Y-Sync) の波形を示すグラフ、図39 (d) はXトリガー信号 (X-Sync) の波形を示すグラフ、図39 (e) はクロック周波数 f_s の波形を示すグラフ、図39 (f) はXスキヤナの駆動信号であるXドライブ信号の波形を示すグラフ、図39 (g) はXスキヤナにより走査される光学素子のX方向駆動角度を示すグラフ、図40はYドライブ信号がーの最大値となる際のタイミングチャートを示すグラフであり、図40 (a) はYスキヤナの駆動信号であるYドライブ信号の波形を示すグラフ、図40 (b) は同図 (a) のYドライブ信号により駆動されるYスキヤナの往路、復路の識別をする (Y-U/D) 信号の波形を示すグラフ、図40 (c) はYトリガー信号 (Y-Sync) の波形を示すグラフ、図40 (d) はXトリガー信号 (X-Sync) の波形を示すグラフ、図40 (e) はクロック周波数 f_s の波形を示すグラフ、図40 (f) はXスキヤナの駆動信号であるXドライブ信号の波形を示すグラフ、図40 (g) はX

スキャナにより走査される光学素子のX方向駆動角度を示すグラフ、図41は第2フレーム目(復路)のYトリガー信号(Y-Sync)が出力される際のタイミングチャートを示すグラフであり、図41(a)はYスキャナの駆動信号であるYドライブ信号の波形を示すグラフ、図41(b)は同図(a)のYドライブ信号により駆動されるYスキャナの往路、復路の識別をする(Y-U/D)信号の波形を示すグラフ、図41(c)はYトリガー信号(Y-Sync)の波形を示すグラフ、図41(d)はXトリガー信号(X-Sync)の波形を示すグラフ、図41(e)はクロック周波数 f_s の波形を示すグラフ、図41(f)はXスキャナの駆動信号であるXドライブ信号の波形を示すグラフ、図41(g)はXスキャナにより走査される光学素子のX方向駆動角度を示すグラフ、図42は第2フレームのサンプリングが終了する直前のタイミングチャートを示すグラフであり、図42(a)はYスキャナの駆動信号であるYドライブ信号の波形を示すグラフ、図42(b)は同図(a)のYドライブ信号により駆動されるYスキャナの往路、復路の識別をする(Y-U/D)信号の波形を示すグラフ、図42(c)はYトリガー信号(Y-Sync)の波形を示すグラフ、図42(d)はXトリガー信号(X-Sync)の波形を示すグラフ、図42(e)はクロック周波数 f_s の波形を示すグラフ、図42(f)はXスキャナの駆動信号であるXドライブ信号の波形を示すグラフ、図42(g)はXスキャナにより走査される光学素子のX方向駆動角度を示すグラフ、図43は歪みを有する駆動波形を示すグラフである。

【0105】

図25に示すように本実施の形態の光イメージング装置100に用いられる直視型の光走査プローブ(以下、光プローブと略記)101は、シース110の内側にシングルモードファイバ又はマルチモードファイバ等のファイバ111が挿通されている。

【0106】

シース110は、この先端に硬質のベース部材112により円筒状で硬質の先端カバー113と連結されている。また、ベース部材112は、スキャナ114を構成する変形可能な第1の薄板115aが取り付けられている。この第1の薄

板 115 a は、途中に中継部材 116 を介して変形自在の第 2 の薄板 115 b の後端が直交するようにして取り付けられている。この第 2 の薄板 115 b は、この先端に集光光学系である光学素子 117 を取り付けたホルダ 118 が連結部材 119 を介して保持されている。

【0107】

また、第 1 の薄板 115 a は、この板面に板状の第 1 の圧電素子を取り付けられている。また、第 2 の薄板 115 b は、この板面に板状の第 2 の圧電素子 120 b が取り付けられている。これら第 1 の圧電素子及び第 2 の圧電素子 120 b (の板面にそれぞれ取り付けた電極) は、駆動ケーブル 121 を介して後述の装置本体に接続されている。そして、これら第 1 の圧電素子及び第 2 の圧電素子 120 b (の板面にそれぞれ取り付けた電極) は、装置本体の制御により交流の駆動信号を印加されることで駆動され、光学素子 117 を直交する方向に駆動できるようになっている。

【0108】

例えば、光プローブ 101 は、第 2 の圧電素子 120 b を駆動した場合、ホルダ 118 と共に、光学素子 117 を上下方向 (図 25 で示す座標系の場合には X 方向) に駆動する。即ち、第 2 の圧電素子 120 b 及び第 2 の薄板 115 b は、後述の X スキャナを構成している。また、光プローブ 101 は、第 1 の圧電素子を駆動した場合、中継部材 116 を図 25 の紙面に垂直な方向に駆動し、この駆動により光学素子 117 も紙面に垂直な方向 (図 25 で示す座標系の場合には Y 方向) に駆動する。即ち、第 1 の圧電素子及び第 1 の薄板 115 a は、後述の Y スキャナを構成している。

【0109】

つまり、光プローブ 101 は、光学素子 117 により出射される光を X スキャナ及び Y スキャナで構成されるスキャナ 114 により XY 平面で 2 次元的に走査できるようになっている。尚、光プローブ 101 は、スキャナ 114 の構成が図 25 に示すものに限らず、例えば特開 2001-174744 号公報で図示された各種の構成のものを使用できる。また、光プローブ 101 は、カバー 37 の先端面における光学素子 117 に対向して形成した開口部分に保護用のカバーガラ

ス 122 で覆って構成している。

【0110】

このような直視型の光プローブ 101 は、このプローブ側コネクタ 101 a が図 26 に示すように装置本体 130 の装置本体側コネクタ 130 a に交換可能に着脱自在に接続されて光イメージング装置 100 を構成するようになっている。

図 26 に示すように光プローブ 101 は、上述したスキャナ 114 を構成する X スキャナ 114 a 及び Y スキャナ 114 b を有し、これら X スキャナ 114 a 及び Y スキャナ 114 b を駆動させることで光学素子 117 を X Y 平面で 2 次元的に走査するようになっている。

【0111】

これら X スキャナ 114 a 及び Y スキャナ 114 b は、プローブ側コネクタ 101 a 及び装置本体側コネクタ 130 a を介して装置本体 130 内の信号発生器 131 に接続され、この信号発生器 131 で生成された駆動信号をそれぞれ AMP (アンプ) 132 a, 132 b により増幅されて伝達され、制御駆動されるようになっている。

【0112】

光学素子 117 は、装置本体 130 内の光源部 133 からの計測光がシングルモードファイバ等のファイバで導光され、プローブ側コネクタ 101 a 及び装置本体側コネクタ 130 a を介して伝達されるようになっている。

【0113】

そして、光学素子 117 は、スキャナ 114 により X Y 平面で 2 次元的に走査されながら被検体に計測光を照射し、この被検体からの戻り光を取り込む。取り込まれた戻り光は、上述した計測光とは逆の経路で装置本体 130 側へ導光され、装置本体 130 内の光検出部 134 で受光されて電気信号に変換されるようになっている。光検出部 134 は、変換した電気信号をゲイン調整処理やフィルタ処理を施すようになっている。

【0114】

ここで、図 27 に示すように光検出部 134 は、フォトダイオード (PD) や

光電子増幅管（PMT）等の光検出素子 134 a で戻り光を受光し電気信号に変換するようになっている。そして、この光検出素子 134 a からの電気信号は、I-V 変換器 134 b で I-V 変換（電流値-電圧値）され、AMP 134 c により増幅される。このとき、AMP 133 c は、制御部 135 からのゲイン調整信号により、所定のゲイン調整が行われるようになっている。

【0115】

そして、増幅された電気信号は、制御部 135 からの遮断周波数（カットオフ周波数）調整信号により、LPF（ローパスフィルタ）134 d で低域の信号を遮断（カットオフ）してノイズ除去され、フレームグラバ 136 に出力されるようになっている。尚、制御部 135 は、プローブデータ部 137 に記憶されているデータに基づき、AMP 134 c、LPF 134 d への制御信号を出力するようになっている。

【0116】

図 26 に戻り、フレームグラバ 136 は、信号発生器 131 からの信号に基づき、光検出部 134 からの電気信号をサンプリングし画像データとして 1 フレーム分記憶するためのフレームメモリや画像データを A/D（アナログ/デジタル）変換するための A/D 変換器を有するフレームメモリボードである。このフレームグラバ 136 は、A/D 変換した画像データを 1 フレームずつ次段のメモリ 138 へ一時格納し、画像エンジン 139 に出力するようになっている。

【0117】

画像エンジン 139 は、画像データに補間処理を施してデータの並び替え等を行った後、画像化処理部 140 へ出力するようになっている（図 35 参照）。そして、画像化処理部 140 は、DIB 変換、ゲイン/コントラスト調整、 γ 補正、リサイズ、表示転送等の信号処理を施して図示しないモニタに出力し、その表示面に観察像（光イメージング像）を表示させるようになっている。

【0118】

ここで、本実施の形態では、光学素子 117 は、X スキャナ 114 a、Y スキャナ 114 b により図 28 (a) ~ 図 28 (c) に示すように X 走査及び Y 走査されるようになっている。すると、フレームグラバ 136 により同一時間間隔で

サンプリングされた画像データは、実空間で並べ直すと図 28 (d) に示すように不等空間間隔でサンプリングされたことになる。

【0119】

この図 28 (d) に示す画像データは、図 29 に示すように等時間間隔のドットとして表示すると画像に歪みが生じる。また、この場合、画像データは、画像のドット位置とサンプリングポイント位置が一致しない現象も生じる。

そこで、上記問題を解決するために、画像に歪みが生じないように補正した上で表示する必要がある。

【0120】

本実施の形態では、画像エンジン 139 で後述するように画像データに補間処理を施してデータの並び替え等を行うようになっている (図 35 参照)。

また、本実施の形態では、光プローブ 101 は、そのプローブに固有の駆動情報を記憶するプローブデータ部 137 が設けてあり、このプローブデータ部 137 の情報は制御部 135 により読み取られるようになっている。そして、制御部 135 は、読みとった駆動情報に基づき、その光走査プローブ 2 が最適な光学特性の状態に設定するのに必要な調整範囲等を予め決め、駆動情報を読み取らない場合よりも最適な光学特性の状態に速やかに設定することができるようにしている。

【0121】

制御部 135 は、光源部 133、光検出部 134、画像エンジン 139 に接続され、これらをプローブデータ部 137 の情報に基づき、制御するようになっている。また、制御部 135 は、X スキャナ 114 a、Y スキャナ 114 b 及びフレームグラバ 136 を駆動制御するための信号を生成する信号発生器 131 に接続され、この信号発生器 131 を制御して生成した信号により X スキャナ 114 a、Y スキャナ 114 b、フレームグラバ 136 及び画像エンジン 139 を駆動制御するようになっている。

【0122】

信号発生器 131 は、X スキャナ 114 a、Y スキャナ 114 b を例えば、正弦波駆動するための駆動信号を生成するようになっており、生成した駆動信号を

Xドライブ (X-Drive) 端子, Yドライブ (Y-Drive) 端子から出力するようになっている。

【0123】

また、信号発生器131は、Xスキャナ114a、Yスキャナ114bに同期して、フレームグラバ136に入力された画像データを同一時間間隔でサンプリングするためのクロック信号を生成すると共に、このクロック信号に同期するXトリガー信号 (X-Sync), Yトリガー信号 (Y-Sync) を生成するようになっている。

【0124】

そして、信号発生器131は、生成したクロック信号をクロック (Clock) 端子から出力すると共に、生成したトリガー信号をXトリガー (X-sync) 端子, Yトリガー (Y-sync) 端子から出力して、フレームグラバ136でのサンプリングを制御するようになっている。

【0125】

プローブデータ部137は、EEPROM、Flash Memory等の不揮発性のメモリデバイスで形成されている。このプローブデータ部137に記憶されるデータは、例えば、図30に示すようなものがある。

図30(a)に示すようにプローブデータ部137に記憶されるデータは、プローブの型式 (シリアルNo.)、戻り光量 (の戻り率)、光路長、光学素子117 (レンズ) の開口数 (NA)、焦点距離、(光学的) 分解能、適合光源波長、ノイズレベル (プローブとしてのS/N比)、スポット径等がある。

【0126】

また、プローブデータ部137に記憶されるデータは、図30(b)、図30(c)に示すようにXスキャナ114a, Yスキャナ114bの駆動条件がある。

Xスキャナ114aの駆動条件は、図30(b)に示すようにX位相補正 (θ_X)、X駆動周波数 (V_X)、Xオフセット電圧 (V_{XO})、X視野範囲 (1_X)、X駆動波形種 (駆動波形の種類)、X画像化範囲 (P_X)、Xスキャンニング式 ($X = \dots$; 駆動波の波形) 等のデータがある。Yスキャナ114bの駆

動条件は、図30(c)に示すように前記Xスキャナ114aの駆動条件と同様なXをYに変えた表記のデータである。

【0127】

このようなデータは、光プローブ101を装置本体130に着脱自在に接続すると、プローブデータ部137が制御部135に接続されてこの制御部135からの読み込み信号により、制御部135に読み込まれるようになっている。

【0128】

次に、プローブデータ部137に記憶されるデータを更に詳細に説明する。

プローブデータ部137に記憶されるデータとしては、上述したように光学素子117や光検出部134及び光源部133等のスポット径や分解能又は適合光源波長等のスキヤニング光学系の光学特性に関するものがある。

【0129】

これらスキヤニング光学系は、(光学的)分解能 r 、走査スピード、サンプリング速度で空間分解能が決定される。このため、スキヤニング光学系は、(光学的)分解能 r を有効に引き出すために光検出部134のLPF(ローパスフィルタ)の定数をそれぞれの条件に適合させる必要がある。

【0130】

光検出部134は、帯域を広く取ると画像にノイズが多く含まれるようになってしまう。そこで、本実施の形態の形態では、LPFの遮断周波数(カットオフ周波数)を例えば、

遮断周波数 = $0.441 \times \text{最大スキヤニング速度} / \text{分解能}$
の値に設定している。尚、係数0.441は、画像の味付け(重み)により適宜変更可能である。

【0131】

また、光プローブ101は、組立のばらつきや、設計の違いにより、光検出素子134aに入射する戻り光量に変化する。不要な戻り光は、光検出素子134aに入射されることでノイズとして検出される。

【0132】

このため、本実施の形態の形態では、光プローブ101は、不要な戻り光によ

るノイズのフロアレベルより低い信号をデータの分解能とすることなく、フレームグラバ136内部のA/D変換器の変換範囲で信号レベルを調整するようになっている。制御部135は、上述した設定を行い光検出部134を制御するように構成されている。

【0133】

また、プローブデータ部137に記憶されるデータとしては、上述したようにX位相補正(θ_X)やX駆動周波数(V_X)等のスキナの駆動条件に関するものがある。尚、以降、Xスキナ114aを例にして説明する。

【0134】

Xスキナ114aは、振幅(観察範囲)を稼ぎ、安定的に駆動させるために共振駆動させる。この共振周波数は、スキナの機械的構造、振動素子の特性で決定され、組立によりばらつく虞れが生じる。この値は、上述したようにX駆動周波数 f_x としてプローブデータに保存されている。同様に、Xスキャン方向の視野範囲は、X視野範囲 l_x として保存されている。

【0135】

また、光学系の(光学的)分解能 r を有効に画像表示するために、表示画素数 L (補間出力データの列数)は、

$$L = l_x / d \times 2$$

以上の表示点数であることが良い。

【0136】

このため、本実施の形態では、フレームグラバ136は、画角の中央でこの値を実現するようにし、画像の中心部付近のサンプリングポイント間隔が最も長くなるように構成している。

【0137】

また、Xスキナ114aは、正弦波で駆動されている場合、このスキナが最大振幅を向かえる付近でスキャン速度が0に近くなる。すると、フレームグラバ136は、サンプリングを行うと、表示画像範囲に対して、サンプリング点数のみ増え、グラバ内の画像メモリを大幅に増やさなくてはならず、効率が悪い。

【0138】

そこで、本実施の形態では、フレームグラバ 136 は、サンプリング範囲を中心部付近（～92.5%）に限定することで、必要以上のデータを取得することなく効率の良いサンプリングを可能に構成している。尚、この範囲は、上述したように X 画像化範囲 P_x としてプローブデータ部 137 に保存されている。

【0139】

画角中央でのスキャンニング速度 V_{MAX} は、

$$V_{MAX} = \pi \times l_x / (P_x \times f_x) \cdots (1)$$

である。従って、サンプリング周波数は、

$$f_s = V_{MAX} / d \times 2 \cdots (2)$$

である。この f_s を信号発生器 131 のクロック周波数とする。

すると、1 ライン当たりのサンプリングポイント数 M は、

$$M = (f_s / (2 \times f_x)) \times \sin^{-1}(2\pi \cdot P_x) \cdots (3)$$

である。

また、1 周期あたりに必要なクロック数 N_{xc} は、

$$N_{xc} = f_s / f_x \cdots (4)$$

である。

【0140】

このクロック数で、X 駆動波形種で指定された波形を生成するように信号発生器 131 は構成されている。

この波形データは、

$$X_{scan}(N) = (2\pi \times n / N_{xc} + \theta_x) \cdots (5)$$

$$(n=0, 1, 2, \dots, N_{xc}-1)$$

である。

【0141】

ここで、図 31 に示すように信号発生器 131 の X ドライブ (X-Drive) 130a は、クロック信号により $X_{scan}(N)$ のデータ列 141 をクロック毎に読み出しバッファ 142 で順次呼び出し、D/A 変換器 143 で D/A (デジタル/アナログ) 変換を行うことで出力されるようになっている。また、X ドライブ 130a は、更に、X 駆動電圧 V_x 、X オフセット電圧 V_{xo} で指定さ

れるゲイン値、オフセット値をそれぞれオフセット調整部 144 及び AMP (アンプ) 132a で調整して駆動電圧波形を X スキャナ 114a に出力するようになっている。

【0142】

また、信号発生器 131 は、生成する X トリガー信号 (X-Sync) の生成タイミングを駆動波形の基準点 (振幅が最大になるポイント) から次のクロック分ずれたタイミングで出力するようになっている。

X トリガーポイント Ntx は、

$$\begin{aligned} Ntx &= [(Nxc / 2) \times (1 - P_X / 100)] / 2 \\ &= [(Nxc / 2) - M] / 2 \quad \dots (6) \end{aligned}$$

となる。この X トリガーポイント Ntx のタイミングで X トリガー信号を出力するように信号発生器 131 は、構成されている。尚、X トリガー信号 (X-Sync) は、Y トリガー信号 (Y-Sync) が生成されてから取得ライン数のみ出力するように設定しても良い。

【0143】

また、Y スキャナ 114b の設定についても X スキャナ 114a と基本的に同様である。この場合、Y スキャナ 114b の設定は、サンプリングポイント数 M、サンプリングライン数 N 及びクロック周波数 fs を fy = fx で読み替えれば良い。

【0144】

上述した計算を制御部 135 内で行うことで、補間出力データの列数 L、行数 W、1 ライン当たりのサンプリングポイント数 M、サンプリングライン数 N、クロック周波数 fs、1 周期あたりに必要なクロック数 Nxc、Nyc、波形データ Xscan、Yscan、X トリガーポイント Ntx、Y トリガーポイント Nty、X スキャナ 114a のスタート時点の X 方向の位置 tX0、Y スキャナ 114b のスタート時点の Y 方向の位置 tY0 を算出できる。

これらの算出値を、信号発生器 131 に入力し設定することで、後述するタイミングチャートに示した駆動を実現することができる。

【0145】

また、これら算出値は、フレームグラバ 1 3 6 及び画像エンジン 1 3 9 に出力され、サンプリング及び補間処理に用いられる。

画像エンジン 1 3 9 が必要としているデータは、上述した L、M、W、N、 t_{XO} 、 t_{YO} 及び、X スキャナ 1 1 4 a、Y スキャナ 1 1 4 b の駆動波形式である。

駆動波形式は、

$$X = \cos(t) \quad \cdots (7a)$$

$$Y = \cos(t) \quad \cdots (7b)$$

(t : 位相)

$$t_{XO} = (\pi / N_x c) \times (N_x c / 2 - M) \quad \cdots (8a)$$

$$t_{YO} = (\pi / N_y c) \times (N_y c / 2 - N) \quad \cdots (8b)$$

である。

画像エンジン 1 3 9 は、上記データを元に変換テーブルを生成し、上述したように画像データに補間処理を施してデータの並び替えを行うようになっている。

【0 1 4 6】

次に、画像エンジン 1 3 9 の補間処理について詳細に説明する。

画像エンジン 1 3 9 は、メモリ 1 3 8 に一時格納された 1 フレーム分の画像データに対して、例えば、ニアレストネーバー法 (Nearest Neighbor Interpolation) 等の補間処理を施してデータの並び替えを行うことで、画像のドット位置とサンプリングポイント位置とが一致するように構成されている。

【0 1 4 7】

ここで、補間処理とは、原画像構成点の間に新たな点を生成することで、画像の変形、拡大を行う際に用いられる処理である。補間処理は、ニアレストネーバー法 (Nearest Neighbor Interpolation) の他に、4 点補間法 (Bi-linear Interpolation) 及びバイキュービック法 (Cubic Convolution Interpolation) 等がある。

【0 1 4 8】

ニアレストネーバー法は、補間点から最も近くにある画像構成点の色値をそのまま補間点の色値とするものである。4 点補間法は、補間点の周囲にある 4 画像

構成点の色値の加重平均値を補間点の色値とするものである。バイキュービック法は、補間点の周囲にある16画像構成点をキュービックスプライン法により補間し、この補間した結果を補間点の色値とするものである。

【0149】

本実施の形態では、4点補間法（Bi-linear Interpolation）を用いて補間処理を行った場合を示す。

4点補間法を用いると、図32に示すように補間点 v_{ij} は、最も近い4点の原画像構成点 u_{A_i, B_j} の色値の加重平均値を取ることである。

【0150】

すると、補間点 v_{ij} は、式（1）に示すように算出される。

$$v_{ij} = K_{y_i} [K_{x_j} \times u_{A_i, B_j} + (1 - K_{x_j}) \times u_{A_i, B_{j+1}}] +$$

$$(1 - K_{y_i}) [K_{x_j} \times u_{A_{i+1}, B_j} + (1 - K_{x_j}) \times u_{A_{i+1}, B_{j+1}}] \cdots (11)$$

$$(i = 1, 2, 3, \dots, L; j = 1, 2, 3, \dots, W)$$

この式（11）を用いて、1つの補間点 v_{ij} を計算するには、下記の要素を決定する必要がある。

- ①補間点 v_{ij} に最も近い4点の原画像構成点の内に、図32の左上の点 u_{A_i, B_j} のデータ列番号 A_i と B_j 。
- ②図32の左上の点 u_{A_i, B_j} のX方向とY方向の補間係数 K_{x_j} と K_{y_i} 。

【0151】

次に、補間点 v_{ij} の計算手順を示す。

上述したようにXスキャナ114a、Yスキャナ114bとも正弦波駆動しているものとする。尚、Lは補間出力データの列数、Wは補間出力データの行数、 t_{X0} はXスキャナ114aのスタート位置位相、 t_{Y0} はYスキャナ114bのスタート位置位相である。

【0152】

また、 X_0 はXスキャナ114aのスタート時点のX方向の位置、 Y_0 はYスキャナ114bのスタート時点のY方向の位置、 ΔX_j は補間出力データ各点の

X方向での位置間隔、 ΔY_v は補間出力データ各点のY方向での位置間隔である。

【0153】

すると、Xスキャナ114aのX方向位置、Yスキャナ114bのY方向位置及びこれらXスキャナ114a、Yスキャナ114bによる補間出力データの位置は、式(12)に示すように表される。

【0154】

$$f(t) = \cos(t) \quad \cdots (12a)$$

$$X_v(t) = \cos(t_{X_v}) \quad \cdots (12b)$$

$$Y_v(t) = \cos(t_{Y_v}) \quad \cdots (12c)$$

まず、左上の点 u_{Ai} 、 B_j のデータ列番号 B_j と、X方向の補間係数 K_{xj} との関係を求める。

図33に示すように補間点 v_{ij} のX方向(列)の位置 X_v は、

$$X_v = X_0 - \Delta X_v(j-1) \quad \cdots (13)$$

である。

また、 v_{ij} のX方向の位置位相 t_{X_v} は、

$$t_{X_v} = \arccos(X_v) \quad \cdots (14)$$

である。

データサンプリング間隔 Δt の位相量 Δt_x は、

$$\Delta t_x = (\pi - 2t_{X_0}) / (M-1) \quad \cdots (15)$$

である。

【0155】

従って、データ列番号 B_j は、

$$B_j = \text{int}[(t_{X_v} - t_{X_0}) / \Delta t_x] + 1 \quad \cdots (16)$$

である。

u_{Ai} 、 B_j のX方向での位置 X_u 及び u_{Ai} 、 B_{j+1} のX方向での位置 X_{u+1} は、

$$X_u = \cos[(B_j - 1)\Delta t_x + t_{X_0}] \quad \cdots (17a)$$

$$X_{u+1} = \cos[B_j\Delta t_x + t_{X_0}] \quad \cdots (17b)$$

である。

u_{A_i}, B_j の v_{ij} に対する X 方向補間係数 K_{x_j} は、

$$K_{x_j} = \left| \frac{(X_{u+1} - X_v)}{(X_{u+1} - X_u)} \right| \cdots (18)$$

である。

【0156】

次に、左上の点 u_{A_i}, B_j のデータ列番号 A_i と、Y 方向の補間係数 K_{y_j} との関係を求める。

図 34 に示すように補間点 v_{ij} の Y 方向 (行) の位置 Y_v は、

$$Y_v = Y_0 - \Delta Y_v (i-1) \cdots (18)$$

である。

また、 v_{ij} の Y 方向の位置位相 t_{Y_v} は、

$$t_{Y_v} = \arccos(Y_v) \cdots (19)$$

である。

Y 方向ラインのデータサンプリング間隔 Δt_y の位相量 Δt_Y は、

$$\Delta t_Y = (\pi - 2 t_{Y_0}) / (N-1) \cdots (20)$$

である。

【0157】

従って、データ列番号 A_i は、

$$A_i = \text{int} \left[\frac{(t_{Y_v} - t_{Y_0})}{\Delta t_Y} + 1 \right] \cdots (21)$$

である。

u_{A_i}, B_j の Y 方向での位置 Y_u 及び $u_{A_{i+1}}, B_j$ の Y 方向での位置 Y_{u+1} は、

$$Y_u = \cos[(A_i - 1) \Delta t_Y + t_{Y_0}] \cdots (22a)$$

$$Y_{u+1} = \cos[A_i \Delta t_Y + t_{Y_0}] \cdots (22b)$$

である。

u_{A_i}, B_j の v_{ij} に対する Y 方向補間係数 K_{y_j} は、

$$K_{y_j} = \left| \frac{(Y_{u+1} - Y_v)}{(Y_{u+1} - Y_u)} \right| \cdots (23)$$

である。

【0158】

以上、まとめると、

1. 補間点周囲 4 点の決定

$$B_j = \text{int} \left[(t_{X_v} - t_{X_0}) / \Delta t_X \right] + 1 \quad \cdots (16)$$

(j = 1, 2, ..., L)

$$t_{X_v} = \arccos(X_v); X_v = X_0 - \Delta X_v (j-1);$$

$$\Delta t_X = (\pi - 2 t_{X_0}) / (M-1)$$

$$A_i = \text{int} \left[(t_{Y_v} - t_{Y_0}) / \Delta t_Y \right] + 1 \quad \cdots (21)$$

(i = 1, 2, ..., W)

$$t_{Y_v} = \arccos(Y_v); Y_v = Y_0 - \Delta Y_v (i-1);$$

$$\Delta t_Y = (\pi - 2 t_{Y_0}) / (N-1)$$

2. 補間係数 K_{x_j} , K_{y_i}

$$K_{x_j} = \left| \frac{(X_{u+1} - X_v) / (X_{u+1} - X_u)}{1} \right| \quad \cdots (18)$$

(j = 1, 2, ..., L)

$$X_u = \cos[(B_j - 1) \Delta t_X + t_{X_0}]$$

$$X_{u+1} = \cos[B_j \Delta t_X + t_{X_0}]$$

$$K_{y_i} = \left| \frac{(Y_{u+1} - Y_v) / (Y_{u+1} - Y_u)}{1} \right| \quad \cdots (23)$$

(i = 1, 2, ..., W)

$$Y_u = \cos[(A_i - 1) \Delta t_Y + t_{Y_0}]$$

$$Y_{u+1} = \cos[A_i \Delta t_Y + t_{Y_0}]$$

従って、補間点 v_{ij} は、

$$v_{ij} = K_{y_i} [K_{x_j} \times u_{A_i}, B_j + (1 - K_{x_j}) \times u_{A_i}, B_j + 1] +$$

$$(1 - K_{y_i}) [K_{x_j} \times u_{A_i+1}, B_j + (1 - K_{x_j}) \times u_{A_i+1}, B_j + 1] \quad \cdots (24)$$

(i = 1, 2, ..., L; j = 1, 2, ..., W)

となる。

【0159】

これら算出値に基づき、画像エンジン 139 は、4 点補間法により画像データに補間処理を施して図 35 (a) に示す不等空間間隔でサンプリングされた画像

データを図35(b), 図35(c)に示すようにデータの並び替えを行った後、減衰補正等のSTC処理を施すようになっている。

【0160】

この補間処理は、先ず、図35(b)に示すように奇数フレームでは、不等空間間隔でサンプリングされた画像データを4点補間法により補間抽出を施す。偶数フレームでは、奇数フレームと同様の補間抽出を行った後に、図35(c)に示すように折り返し処理を施して行う。

【0161】

このように構成される光イメージング装置100は、直視型の光プローブ101が装置本体130に交換可能に着脱自在に接続されて構成される。そして、光イメージング装置100は、被検体に光源からの計測光を照射し、その戻り光の情報から被検体内部の観察像を構築する。

【0162】

この際、光イメージング装置100は、光プローブ101内のプローブデータ部137が制御部135に接続され、プローブデータ部137内のデータが制御部135に読み込まれる。制御部135は、読み込んだデータに基づき、必要な計算を行い、各部を制御駆動することで、接続された光プローブ101に応じた制御を行う。

【0163】

このとき、光イメージング装置100は、制御部135の制御により信号発生器131が例えば、図36～図42に示すタイミングで生成した信号を出力し、光プローブ101内のXスキャナ114a、Yスキャナ114bを制御駆動する。

【0164】

図36は、定常状態における信号発生器131のタイミングチャートである。

図36(a)は、前記Yスキャナ114bの駆動信号であるYドライブ信号の波形を示すグラフである。Yドライブ信号は、上述した波形データYscan(N)を元にして生成される。そして、このYドライブ信号を出力されることで、

Y スキャナ 114 b は正弦駆動されるようになっている。尚、この Y ドライブ信号の 1 周期は、クロック数 N_{yc} となる。

【0165】

図 36 (b) は、図 36 (a) の Y ドライブ信号により駆動される Y スキャナ 114 b の奇数フレーム目をオン (Up) とし、偶数フレーム目をオフ (Down) とした際のオンオフ (Y-U/D) 信号の波形を示すグラフである。即ち、Y-U/D 信号は、Y スキャナ 114 b の奇数フレーム目でオン (High) となり、折り返し駆動されて偶数フレーム目でオフ (Low) となる信号である。

尚、Y スキャナ 114 b の Y ドライブ信号に同期して X スキャナ 114 a は、下図の A ~ F の範囲に対応する後述の図 36 (c) ~ 図 36 (e) に示すように正弦波駆動されるようになっている。

【0166】

これら X スキャナ 114 a, Y スキャナ 114 b の駆動により得た画像データをこれらのドライブ信号に同期して、フレームグラバ 136 でサンプリングするための Y トリガー信号 (Y-Sync), X トリガー信号 (X-Sync), 及びクロック周波数 f_s は、図 36 (c) ~ 図 36 (e) に示すように出力される。

【0167】

図 36 (c) に示す Y トリガー信号 (Y-Sync) は、Y ドライブ信号の最大値から次のクロック N_{ty} 分ずれたタイミングで出力されるようになっている。また、図 36 (d) に示す X トリガー信号 (X-Sync) も同様に、後述の X ドライブ信号の最大値から次のクロック N_{tx} 分ずれたタイミングで出力されるようになっている。尚、1 フレームは、Y トリガー信号 (Y-Sync) の出力から次の出力までサンプリングライン数 N でサンプリングするようになっている。また、図 36 (e) に示すクロック周波数 f_s は、連続クロックであり、X ドライブの位相 $n\pi$ ($n=0, \pm 1, \pm 2, \dots$) に同期する。尚、クロック周波数 f_s は、X ドライブの位相 $\pi/2 + n\pi$ ($n=0, \pm 1, \pm 2, \dots$) に必ずしも同期する必要がない。

【0168】

次に、下図のA～Fの範囲に対応する図37～図42を用いて更に詳細に説明する。

図37はYドライブ信号が+の最大値となる際のタイミングチャートを示し、図38は第1フレーム目（往路）のYトリガー信号（Y-Sync）が出力される際のタイミングチャートを示し、図39は1フレーム分のサンプリングが終了する直前のタイミングチャートを示し、図40はYドライブ信号が-の最大値となる際のタイミングチャートを示し、図41は第2フレーム目（復路）のYトリガー信号（Y-Sync）が出力される際のタイミングチャートを示し、図42は第2フレームのサンプリングが終了する直前のタイミングチャートを示している。

【0169】

また、図37（a）～図42（a）は、Yドライブ信号の波形であり、図37（b）～図42（b）はY-U/D信号の波形であり、図37（c）～図42（c）はYトリガー信号（Y-Sync）であり、図37（d）～図42（d）はXトリガー信号（X-Sync）であり、図37（e）～図42（e）は、クロック周波数 f_s の波形である。

【0170】

一方、図37（f）～図42（f）は、Xスキャナ114aの駆動信号であるXドライブ信号の波形を示すグラフである。このXドライブ信号は、上述した波形データXscan(N)を元にして生成される。そして、このXドライブ信号を出力されることで、Xスキャナ114aは正弦駆動されるようになっている。尚、このXドライブ信号の1周期は、クロック数 N_{xc} となる。また、図37（g）～図42（g）は、Xスキャナ114aにより走査される光学素子117のX方向駆動角度を示すグラフである。

【0171】

ここで、Yドライブ信号が+の最大値となるとき、Y-U/D信号がオンするが、Yスキャナ114bの振幅が観測範囲外であるので、Yトリガー信号（Y-Sync）、Xトリガー信号（X-Sync）は出力されない。即ち、Yドライ

ブ信号が+の最大値からYトリガー信号(Y-Sync)が出力するまで、休止期間である。

【0172】

そして、Y-U/D信号がオンしてクロックNty後、Yドライブ信号は、Yスキャナ114bの振幅が観測範囲内に入る値となり、Yトリガー信号(Y-Sync)が出力される。また、このYトリガー信号(Y-Sync)に同期してクロックNtx後、Xトリガー信号(X-Sync)が出力される。

【0173】

すると、信号発生器131は、Yドライブ信号が-の最大値に近づき、Yスキャナ114bの振幅が観測範囲外になるまで、有効データ区間として1ライン当たりサンプリングポイント数Mで第Nラインまで1番目(①)のフレームのサンプリングを行うようにフレームグラバ136へ信号を出力する。そして、Yドライブ信号が-の最大値に近づき、Yスキャナ114bの振幅が観測範囲外になると、Xトリガー信号(X-Sync)は出力されず、休止期間となる。

【0174】

そして、Yドライブ信号が-の最大値となり、Yスキャナ114bが折り返して偶数フレーム目を形成するとき、Yドライブ信号が+の最大値となるときの同様にYトリガー信号(Y-Sync)、Xトリガー信号(X-Sync)は出力されず、Yドライブ信号が-の最大値からYトリガー信号(Y-Sync)が出力するまで、休止期間である。

【0175】

そして、Y-U/D信号がオンしてクロックNty後、Yドライブ信号は、Yスキャナ114bの振幅が観測範囲内に入る値となり、Yトリガー信号(Y-Sync)が出力される。このYトリガー信号(Y-Sync)に同期して、Xトリガー信号(X-Sync)は出力されるが、このXトリガー信号(X-Sync)の出力は、Yトリガー信号(Y-Sync)の出力からクロックNtx後では無く、半波長ずらされて行われる。

【0176】

このように制御することで、奇数フレームと偶数フレームとのサンプリングポ

イントのずれをなくすことができる。

そして、信号発生器 131 は、Y ドライブ信号が + の最大値に近づき、Y スキャナ 114 b の振幅が観測範囲外になるまで、有効データ区間として 1 ライン当たりサンプリングポイント数 M で第 N ラインまで 2 番目 (②) のサンプリングを行うようにフレームグラバ 136 へ信号を出力する。

【0177】

そして、Y ドライブ信号が + の最大値に近づき、Y スキャナ 114 b の振幅が観測範囲外になると、X トリガー信号 (X-Sync) は出力されず、休止期間となる。以降、上記動作を繰り返す。

【0178】

このように X スキャナ 114 a、Y スキャナ 114 b の駆動により光学素子 117 で得た画像データは、サンプリングされて、上述した図 35 (a) に示すようになる。そして、画像エンジン 139 は、図 35 (a) ~ 図 35 (c) で説明したように画像データに上述した補間処理を施した後、画像化処理部 140 へ出力する。そして、画像化処理部 140 は、表示転送等の信号処理を施してモニタに出力し、その表示面に観察像 (光イメージング像) を表示させる。

【0179】

この結果、本実施の形態の光イメージング装置 100 は、歪みのない理想的な画像を得ることが可能となる。また、本実施の形態の光イメージング装置 100 は、全て同期した動作を実施できるため安定した動作を実現できる。

【0180】

尚、本実施の形態の光イメージング装置 100 は、光学素子 117 を X 方向、Y 方向にスキャンする表示スキャナを有する場合について説明しているが、更に Z 方向 (光軸方向) にスキャンする Z スキャンを加えた 3 次元表示スキャナを有する場合においても同様に実施することができることは言うまでもない。

【0181】

また、本実施の形態の光イメージング装置 100 は、モニタ等の表示装置に表示画素に対する制約がある場合、L (補間出力データの列数)、W (補間出力データの行数) の値を基準にスキャンニング、サンプリング条件を算出しても良い

。

【0182】

尚、光イメージング装置は、クロック周波数 f_s を細かく設定できる装置とすると高価になってしまう。そこで、光イメージング装置は、クロック周波数 f_s を式(1)で算出された値に最も近い設定値としてその後の計算を実施しても良い。

【0183】

また、光イメージング装置は、予め、 N_{xc} 、 N_{yc} の値を決めておき、 f_x と N_{xc} の関係から f_s を決定しても良い。このように構成することで、光イメージング装置は、信号発生器 131 の構造を単純化することができる。

【0184】

尚、上記第1の実施の形態に示したタイミングチャートは、X スキャナ 114 a、Y スキャナ 114 b がきれいに正弦波駆動しているが、これらスキャナの特性によっては、図 43 に示すように理想的振動をせずに歪みを有する駆動周波数で駆動される場合がある。

【0185】

この場合、光イメージング装置 100 は、プローブデータ部 137 にスキャニング特性を近似式として記録しておく。

例えば、この近似式は、5 次の近似式として表される。

$$X = a_1 t^5 + a_2 t^4 + a_3 t^3 + a_4 t^1 + a_5 t^6 \quad \dots (25a)$$

$$Y = b_1 t^5 + b_2 t^4 + b_3 t^3 + b_4 t^1 + b_5 t^6 \quad \dots (25b)$$

ここで、 X は視野方向の位置を表し、 t はスキャニング周期の位相を表し、 $a_1 \sim a_6$ は近似係数を表している。

【0186】

光イメージング装置 100 は、補間式を上記近似式に置き換えることで、補間係数を算出することができる。

これにより、本変形例は、スキャニングが理想的にならない歪みをもった運動する場合にも歪みにない画像を得ることができる。

【0187】

また、光イメージング装置 100 は、X スキャナ 114 a による正弦波駆動の片道のみでスキャンを行うように構成しているが、正弦波の一周期に往復 2 回スキャンする構成も考えられる。

この場合、光イメージング装置 100 は、波形の生成について、X トリガー信号 (X-Sync) を X 駆動波形が 1 周期の間に 2 回 (位相は π ずれた位置) 生成させれば良い。

【0188】

光イメージング装置 100 は、制御部 135 で以下に示す行列式を用い、フレームグラバ 136 にてスキャンの偶数行のデータを予め並べ替え後、画像エンジン 139 に出力するようにしている。

【0189】

【式 26】

$$\begin{pmatrix} N_{21}' \\ N_{22}' \\ N_{23}' \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ N_{2M}' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0, 0, 0, \dots, 0, 0, 1 \\ 0, 0, 0, \dots, 0, 1, 0 \\ 0, 0, 0, \dots, 1, 0, 0 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ 1, 0, 0, \dots, 0, 0, 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} N_{21} \\ N_{22} \\ N_{23} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ N_{2M} \end{pmatrix} \dots (26)$$

ここで、 $N_{21} \dots N_{2M}$ は 2 行目の入力データの値を表し、 $N'_{21} \dots N'_{2M}$ は変換後のデータ値を表し、M は 1 ライン当たりのサンプリングポイント数を表している。

これにより、本変形例は、スキャンングに対してサンプリングしている時間を長く取ることができるので、高速なスキャンニングが可能となる。

【0190】

(第 5 の実施の形態)

図 44 及び図 45 は本発明の第 5 の実施の形態に係り、図 44 は第 5 の実施の形態の光イメージング装置の概略構成を示す回路ブロック図、図 45 は図 44 の

光イメージング装置の変形例を示す回路ブロック図である。

上記第4の実施の形態は、光プローブ101にプローブデータ部を設けて固有データを保持させたが、本第5の実施の形態は、使用するプローブのデータを制御部135に入力し保存するように構成する。それ以外の構成は、上記第4の実施の形態と同様なので説明を省略し、同じ構成には同じ符号を付して説明する。

【0191】

即ち、図44に示すように第5の実施の形態の光イメージング装置100Bは、制御部135bに例えば、HDD（ハードディスクドライブ）等の不揮発性のメモリで形成されるプローブデータデータベース151を設けて構成される。このプローブデータデータベース151は、使用する光プローブ101のデータを入力し保存可能であり、接続されるキーボード等の入力装置152で数値を設定入力されることで、光プローブ101のデータを格納するようになっている。尚、このプローブデータデータベース151は、フロッピー（登録商標）等の他の記憶手段からデータをコピーするようにしても良い。

【0192】

このように構成される光イメージング装置100Bは、操作者が装着された光プローブ101に基づいて入力装置152を操作し、プローブデータデータベース151から所望のプローブのデータを呼び出す。すると、制御部135は、上記第4実施の形態と同様に画像エンジン139、信号発生器131、フレームグラバ136に設定数を出力し、観測状態を整える。

その後、操作者は、光イメージング装置100Bを操作してスキャニングを開始し観察を開始する。

【0193】

そして、上記第4の実施の形態と同様に光イメージング装置100Bは、動作し、ゆがみのない画像を得ることが可能である。

これにより、本第5の実施の形態の光イメージング装置100Bは、光プローブ101にメモリを積んでない場合でも最適な駆動条件を容易に設定可能である。

【0194】

尚、光イメージング装置は、図 45 に示すように構成しても良い。

図 45 に示すように光イメージング装置 100C は、光プローブ 101C にプローブ形式とプローブのシリアル No. が記録されたメモリ部 153 を設けて構成されている。

【0195】

このように構成される光イメージング装置 100C は、光プローブ 101C が接続されると、制御部 135 が光プローブ 101C のメモリ部 153 からプローブ形式、シリアル No. を読み取る。その後、制御部 135 は、プローブデータデータベース 151 から同プローブの設定情報を選択し、画像エンジン 139、フレームグラバ 136、信号発生器 131、光検出部 134 の設定値を算出し、この算出したデータを出力して動作条件を設定する。その後、操作者は、光イメージング装置 100C を操作してスキヤニングを開始し観察を開始する。

これにより、本変形例の光イメージング装置 100C は、光プローブに設けるメモリを小さいものにした上で、自動設定が実施でき操作性が向上する。

【0196】

(第 6 の実施の形態)

図 46 ないし図 48 は本発明の第 6 の実施の形態に係り、図 46 はほぼ同じ共振周波数で X スキャナと Y スキャナとを駆動する際の駆動周波数の波形を示すグラフ、図 47 は図 46 の駆動周波数で駆動される X スキャナと Y スキャナとのスキヤニングパターンを示すグラフ、図 48 は図 47 のスキヤニングを続けた場合に得られるサンプリングポイントを示すグラフである。

【0197】

本第 6 の実施の形態は、X スキャナ 114a と Y スキャナ 114b とをほぼ同じ共振周波数で駆動するように構成する。それ以外の構成は、上記第 4 の実施の形態と同様なので説明を省略し、同じ構成には同じ符号を付して説明する。

【0198】

即ち、本第 6 の実施の形態の光イメージング装置は、Y スキャナ 114b の駆動周波数 f_y を、X スキャナ 114a の駆動周波数 f_x に近い、少しだけ違う値に設定する。例えば、光イメージング装置は、図 46 に示すように X スキャナ 1

14aを10kHzの駆動周波数で駆動し、Yスキャナ114bを11kHzの駆動周波数で駆動したとすると、1kHz毎にうねりが生じる。

【0199】

そして、Xスキャナ114aとYスキャナ114bとの位置関係を時間軸で追っていくと、このうねりにより図47に示すようなスキャンニングパターンを描いてスキャンニングが行われる。このスキャンニングは、1kHz間で行うと、図48に示すようなサンプリングポイントにより画像データを得られる。尚、このスキャンニングとサンプリングポイントとの関係は、上記第4の実施の形態で説明したのと同様である。

【0200】

先ず、制御部135は、上述のようにXスキャナ114aの駆動周波数 f_x に近い、少しだけ違う値に設定したYスキャナ114bの駆動周波数 f_y を f_{y0} とする。そして、制御部135は、Yスキャナ114bの位相差情報を参照し、駆動波形の位相を設定すると共に、フレームレートを $f_x - f_y$ とする。

【0201】

すると、1周期のサンプリングポイント数は、 $(f_y - f_{y0}) / f_s$ となるが、X画像化範囲 P_x 、Y画像化範囲 P_y の範囲内に入っているデータのみ取得すれば良い。これらX画像化範囲 P_x 、Y画像化範囲 P_y の範囲内に入っているデータに基づき、制御部135は、画像データを取得するためのトリガーパターンをフレームグラバ136に出力し、クロックイネーブルの区間のみサンプリングを実施する。

【0202】

そして、フレームグラバ136は、サンプリングした時系列の画像データを1フレームずつ次段のメモリ138へ一時格納し、画像エンジン139に出力する。そして、画像エンジン139は、メモリ138からの画像データを時系列データから、空間マッピングされた画像データにテーブル変換する。

【0203】

その後、テーブル変換された画像データは、画像エンジン139で上記第4実施の形態と同様に補間処理を施され、画像化処理部140で表示処理等を施され

た後、図示しないモニタに出力される。

【0204】

この結果、本第6の実施の形態の光イメージング装置は、Yスキャナ114bをXスキャナ114aに近い共振周波数で駆動しているので、Yスキャナにおいても低い駆動電圧で高いスキャンニング振幅を得られるので、システムとして低い電圧でも駆動させることが可能であり、フレームレートを高速化して広い範囲のスキャンニングが実現できる。

【0205】

(第7の実施の形態)

図49ないし図61は本発明の第7の実施の形態に係り、図49は第7の実施の形態の光イメージング装置の要部概略を示す回路ブロック図、図50は図49のD/A入力値変換マトリクスに入力される特性データのグラフであり、図50(a)は光路長Lに対する戻り光量の特性を示すグラフ、図50(b)は焦点距離Dに対する戻り光量の特性を示すグラフ、図50(c)は開口数NAに対する戻り光量の特性を示すグラフ、図51はゲイン調整処理を示すフローチャート、図52は図49の光イメージング装置の変形例を示す回路ブロック図、図53はゲイン調整レベルの算出パターンを示す説明図であり、図53(a)は特定の1フレーム全領域を対象としてゲイン調整レベルを算出する算出パターンを示す説明図、図53(b)は複数連続フレームの全領域を対象としてゲイン調整レベルを算出する算出パターンを示す説明図、図53(c)は複数フレームの特定間隔毎のフレーム全領域を対象としてゲイン調整レベルを算出する算出パターンを示す説明図、図53(d)は特定の1フレームの特定領域を対象としてゲイン調整レベルを算出する算出パターンを示す説明図、図53(e)は複数連続フレームの特定領域を対象としてゲイン調整レベルを算出する算出パターンを示す説明図、図53(f)は複数フレームの特定間隔毎のフレームの特定領域を対象としてゲイン調整レベルを算出する算出パターンを示す説明図、図54はゲイン調整処理を示すフローチャート、図55は図54のゲイン算出処理を示すフローチャート、図56は図55の処理aを示すフローチャート、図57は図55の処理bを示すフローチャート、図58は図55の処理cを示すフローチャート、図59は

図55の処理dを示すフローチャート、図60は図55の処理eを示すフローチャート、図61は図55の処理fを示すフローチャートである。

【0206】

本第7の実施の形態は、光検出部の受光感度を調整するためのゲイン調整手段を設けて構成する。それ以外の構成は、上記第4の実施の形態と同様なので説明を省略し、同じ構成には同じ符号を付して説明する。

【0207】

即ち、図49に示すように第7の実施の形態の光イメージング装置は、光検出部202の受光感度を調整するためのゲイン調整部203を制御部201内に設けて構成される。

【0208】

光検出部202は、光検出素子117で光プローブ101からの戻り光を光電変換して電気信号を得、この電気信号を可変ゲインAMP204でゲイン調整して、図示しないBPF（バンドパスフィルタ）で所定の帯域のみ通過させてフレームグラバ136へ出力するようになっている。

【0209】

ゲイン調整部203は、プローブデータ部137から入力される光路長 L 、焦点距離 D 、開口数 NA 等の特性データをマトリクスデータに変換すると共に、このマトリクスデータを乗算してゲイン調整のための係数補正值としてゲイン調整レベルを算出する D/A 入力値変換マトリクス211と、この D/A 入力値変換マトリクス211で算出されたゲイン調整レベルを D/A 変換し、電圧値として光検出部の可変ゲインAMP204の入力部に出力する D/A 変換器212とを有して構成される。

【0210】

D/A 入力値変換マトリクス211に入力される特性データは、光路長 L 、焦点距離 D 、開口数 NA に対する光プローブ101からの戻り光量を示す例えば、図50(a)～図50(c)のグラフに示すような数値である。

図50(a)に示すグラフは、光路長 L に対する光プローブ101からの戻り光量の特性を表している。また、図50(b)に示すグラフは、焦点距離 D に対

する光プローブ101からの戻り光量の特性を表している。また、図50(c)に示すグラフは、開口数NAに対する光プローブ101からの戻り光量の特性を表している。

【0211】

このように構成される光イメージング装置は、上記第4の実施の形態で説明したのと同様に、光プローブ101を装置本体に着脱自在に接続すると、プローブデータ部137が制御部201に接続されてこの制御部201でプローブデータ部137からのデータが読み込まれる。すると、制御部201は、図51に示すフローチャートに従い、光検出部のゲイン調整処理を行う。

【0212】

図51に示すように制御部201は、D/A入力値変換マトリクス211で特性データ（光路長L、焦点距離D、開口数NA）をプローブデータ部137から取得する（ステップS1）。

制御部201は、D/A入力値変換マトリクス211で特性データをマトリクスデータに変換すると共に、このマトリクスデータを乗算してゲイン調整レベルを算出する（ステップS2）。

【0213】

そして、制御部201は、D/A変換器212でゲイン調整レベルを例えば、0～2Vまでのアナログ電圧値に変換する（ステップS3）。

次に、制御部201は、光検出部の可変ゲインAMP204の可変ゲイン入力部にアナログ電圧値を出力して、可変ゲインAMP204でのゲイン調整を行い（ステップS4）、ゲイン調整処理が終了となる（ステップS5）。

【0214】

これにより、本第7の実施の形態の光イメージング装置は、光検出部のゲイン調整が可能となり、光プローブ101を交換して光路長等の光学特性が変化しても最適な受光感度を実現することができる。

【0215】

尚、本実施の形態の光イメージング装置は、用いられるD/A変換器212が電圧出力タイプであるが、電流出力タイプのD/A変換器212及びI-V変換

器を用いても良い。

また、本実施の形態の光イメージング装置は、D/A変換器212の代わりにアナログスイッチによる抵抗値の切り換えにより、可変ゲインAMP204の可変ゲイン入力部への入力値を設定するようにしても良い。

また、本実施の形態の光イメージング装置は、可変ゲインAMP204の代わりに汎用のAMPを用い、このAMPの帰還抵抗の比を可変に構成しても良い。

【0216】

尚、光イメージング装置は、図52に示すように構成しても良い。

図52に示すように光イメージング装置は、プローブデータ部137から入力される光路長L、焦点距離D、開口数NA等の特性データをマトリクスデータに変換すると共に、このマトリクスデータを乗算して輝度値を算出するD/A入力値変換マトリクス211bと、この算出した輝度値をフレームによる算出パターンに基づいてゲイン調整レベルを算出し、D/A変換器212に出力するゲイン算出部213を有するゲイン調整部203Bを設けて構成される。

【0217】

ここで、算出パターンは、図53(a)～図53(f)に示されるようなものがある。

図53(a)に示す算出パターンは、特定の1フレーム全領域を対象としてゲイン調整レベルを算出するものである。また、図53(b)に示す算出パターンは、複数連続フレームの全領域を対象としてゲイン調整レベルを算出するものである。また、図53(c)に示す算出パターンは、複数フレームの特定間隔毎のフレーム全領域を対象としてゲイン調整レベルを算出するものである。

【0218】

また、図53(d)に示す算出パターンは、特定の1フレームの特定領域を対象としてゲイン調整レベルを算出するものである。また、図53(e)に示す算出パターンは、複数連続フレームの特定領域を対象としてゲイン調整レベルを算出するものである。また、図53(f)に示す算出パターンは、複数フレームの特定間隔毎のフレームの特定領域を対象としてゲイン調整レベルを算出するものである。

【0219】

制御部201は、図53(a)～図53(f)に示される算出パターンに基づいて、図54に示すフローチャートに従い、光検出部のゲイン調整処理を行うようになっている。

図54に示すように制御部201は、D/A入力値変換マトリクス211bで特性データ（光路長L、焦点距離D、開口数NA）をプローブデータ部137から取得する（ステップS1'）。

【0220】

制御部201は、D/A入力値変換マトリクス211bで特性データをマトリクスデータに変換すると共に、このマトリクスデータを乗算して輝度値を算出する（ステップS2'）。そして、制御部201は、図55に示すゲイン算出処理を行う（ステップS10）。そして、制御部201は、D/A変換器212でゲイン調整レベルを例えば、0～2Vまでのアナログ電圧値に変換する（ステップS3'）。

【0221】

次に、制御部201は、光検出部の可変ゲインAMP204の可変ゲイン入力部にアナログ電圧値を出力して、可変ゲインAMP204でのゲイン調整を行い（ステップS4'）、ゲイン調整処理が終了となる（ステップS5'）。

【0222】

次に、図55のフローチャートを用いて、ゲイン算出部213によるゲイン算出処理（ステップS10）を説明する。

図55に示すようにゲイン算出部213は、算出パターンによるゲイン算出処理を実行するか否かを判断し（ステップS11）、ゲイン算出処理を実行する場合、算出パターンがどのパターンであるかを判断する（ステップS12～S17）。

【0223】

ここで、ゲイン算出部213は、ゲイン算出処理を実行しない場合、或いは算出パターンがどれにも該当しない場合、ゲイン調整レベルを例えば、8ビットの場合、0～255に正規化し（ステップS18）、ゲイン算出処理を終了する（

ステップ S 19)。

【0224】

一方、ゲイン算出部 213 は、算出パターンが該当するいずれかのパターンであることを判断した場合、該当するパターンに応じて処理 a～処理 f (ステップ S 20～S 70) を実行し、S 11 に戻るようになっている。

【0225】

処理 a～処理 f (ステップ S 20～S 70) は、図 56～図 61 のフローチャートに示される。

図 56 に示すように処理 a として、ゲイン算出部 213 は、特定の 1 フレーム全領域を対象として、対象領域中の輝度値の最大値、最小値を検出して中央値を算出する (ステップ S 21)。

【0226】

次に、ゲイン算出部 213 は、算出した中央値を D/A 変換器 212 に出力し (ステップ S 22)、処理 a を終了する (ステップ S 23)。尚、ゲイン算出処理は、中央値の代わりに平均値、或いは輝度値の特性に基づいて算出される値でも良い。以降のフローチャートでも同様である。

【0227】

また、図 57 に示すように処理 b として、ゲイン算出部 213 は、特定の 1 フレーム全領域を対象として処理 a を実行し (ステップ S 20)、処理終了か否かを判断し (ステップ S 31)、終了でないなら算出対象データを次フレームに移行し (ステップ S 32)、ステップ S 20 に戻る。一方、処理終了ならば、ゲイン算出部 213 は、処理 b を終了する (ステップ S 33)。

【0228】

また、図 58 に示すように処理 c として、ゲイン算出部 213 は、対象フレームが特定されているか否かを判断し (ステップ S 41)、特定されているならば、特定のフレーム全領域を対象として処理 a を実行し (ステップ S 20)、次に、算出対象データを次フレームに移行し (ステップ S 42)、ステップ S 20 に戻る。一方、対象フレームが特定されていないならば、ゲイン算出部 213 は、処理 c を終了する (ステップ S 43)。

【0229】

また、図59に示すように処理dとして、ゲイン算出部213は、特定フレームの特定領域を対象として、対象領域(x1, y1), (x2, y2)を特定し(ステップS51)、この特定した対象領域に処理aを実行し(ステップS20)、処理dを終了する(ステップS52)。

【0230】

また、図60に示すように処理eとして、ゲイン算出部213は、特定の1フレームの特定領域を対象として、対象領域(x1, y1), (x2, y2)を特定し(ステップS61)、この特定した1フレームの対象領域に処理bを実行し(ステップS30)、処理eを終了する(ステップS62)。

【0231】

また、図61に示すように処理fとして、ゲイン算出部213は、特定フレームの特定領域を対象として、対象領域(x1, y1), (x2, y2)を特定し(ステップS71)、この特定した特定フレームの対象領域に処理cを実行し(ステップS40)、処理fを終了する(ステップS72)。

【0232】

これにより、本変形例の光イメージング装置は、上記第7の実施の形態と同様な効果を得ることに加え、更にフレームによる算出パターンに基づいてゲイン算出を行うので更に最適な受光感度を実現することができる。

【0233】

(第8の実施の形態)

図62ないし図65は本発明の第8の実施の形態に係り、図62は第8の実施の形態の光イメージング装置の要部概略を示す回路ブロック図、図63は図62のBPF(バンドパスフィルタ)の周波数特性を示すグラフ、図64はフィルタ調整処理を示すフローチャート、図65は入力信号xに対する出力信号yの γ 補正を示すグラフである。

【0234】

本第8の実施の形態は、光検出部の遮断周波数(カットオフ周波数)を調整するためのフィルタ調整手段を設けて構成する。それ以外の構成は、上記第4の実

施の形態と同様なので説明を省略し、同じ構成には同じ符号を付して説明する。

【0 2 3 5】

即ち、図 6 2 に示すように第 8 の実施の形態の光イメージング装置は、光検出部 2 0 2 の遮断周波数（カットオフ周波数）を調整するためのフィルタ調整部 2 2 0 を制御部 2 0 1 内に設けて構成される。

【0 2 3 6】

光検出部 2 0 2 は、上記第 4 の実施の形態で説明したのと同様に光検出素子 1 1 7 で光プローブ 1 0 1 からの戻り光を光電変換して電気信号を得、この電気信号を上記第 7 の実施の形態で説明した可変ゲイン AMP 2 0 4 でゲイン調整して、BPF（バンドパスフィルタ）2 3 0 で所定の帯域のみ通過させてフレームグラバ 1 3 6 へ出力するようになっている。

【0 2 3 7】

BPF 2 3 0 は、フィルタ調整部 2 2 0 から出力される係数データ（正規化値）に基づき、可変ゲイン AMP 2 0 4 からの電気信号に対して低域の信号を遮断（カットオフ）する LPF（ローパスフィルタ）2 3 1 と、この LPF 2 3 1 で低域の信号を遮断された電気信号に対して、LPF 2 3 1 と同様にフィルタ調整部 2 2 0 から出力される係数データ（正規化値）に基づき、高域の信号を遮断（カットオフ）する HPF（ハイパスフィルタ）2 3 2 とから構成される。

【0 2 3 8】

LPF 2 3 1 は、可変ゲイン AMP 2 0 4 からの電気信号を D/A 変換し、フィルタ調整部 2 2 0 から出力される係数データ（正規化値）に応じた電流値を出力する L 側 D/A 変換器 2 3 3 a と、この L 側 D/A 変換器 2 3 3 a からの電流値を I-V（電流値-電圧値）変換する I-V 変換器 2 3 4 と、この I-V 変換器 2 3 4 からの電流値を低周波のみ通過させるコンデンサ C_L とを有して構成される。

【0 2 3 9】

一方、HPF 2 3 2 は、可変ゲイン AMP 2 0 4 からの電気信号を D/A 変換し、フィルタ調整部 2 2 0 から出力される係数データ（正規化値）に応じた電流値を出力する H 側 D/A 変換器 2 3 3 b と、この H 側 D/A 変換器 2 3 3 b から

の電流値に基づき、LPF 231で低域の信号を遮断された電気信号に対して高周波のみ通過させるコンデンサ C_H とを有して構成される。

【0240】

フィルタ調整部220は、プローブデータ部137から入力されるスキナの駆動周波数 f （X駆動周波数 V_X 、Y駆動周波数 V_Y ）、視野範囲 w （X視野範囲 l_X 、Y視野範囲 l_Y ）、光学分解能 r 等の特性データからLPF遮断周波数 f_L 及びHPF遮断周波数 f_H を算出するフィルタ遮断周波数演算部221と、フィルタ遮断周波数演算部221で算出されたLPF遮断周波数 f_L を正規化し、低域遮断周波数調整のための係数データとして正規化値を出力するL側正規化部222aと、フィルタ遮断周波数演算部221で算出されたHPF遮断周波数 f_H を正規化し、高域遮断周波数調整のための係数データとして正規化値を出力するH側正規化部222bとを有して構成される。

【0241】

ここで、BPF 230は、例えば、図63に示すような周波数特性を有する。

図63に示すようにこの周波数特性は、ほぼガウシアン分布を呈する。

BPF 230の中心周波数 f_c は、視野範囲 w 、スキナの駆動周波数 f 、光学分解能 r を用いて、

$$f_c = 2 \times w \times f / r \quad \cdots (27)$$

である。

従って、BPF 230のバンド幅 Δf は、

$$\Delta f = 0.882 \times f_c \quad \cdots (28)$$

となる。

【0242】

これら中心周波数 f_c 及びバンド幅 Δf を用いて、LPF遮断周波数 f_L 、HPF遮断周波数 f_H を算出するようになっている。尚、上記中心周波数 f_c 及びバンド幅 Δf の算出に用いた係数2及び0.882は、適宜変更可能である。

【0243】

このように構成される光イメージング装置は、上記第4の実施の形態で説明し

たのと同様に、光プローブ101を装置本体に着脱自在に接続すると、プローブデータ部137が制御部201に接続されてこの制御部201でプローブデータ部137からのデータが読み込まれる。すると、制御部201は、図64に示すフローチャートに従い、光検出部のフィルタ調整処理（遮断周波数調整処理）を行う。

【0244】

図64に示すように制御部201は、フィルタ遮断周波数演算部221で特性データ（スキヤナの駆動周波数 f 、視野範囲 w 、光学分解能 r ）をプローブデータ部137から取得する（ステップS81）。制御部201は、フィルタ遮断周波数演算部221でBPF230の中心周波数 f_c を算出する（ステップS82）。

【0245】

次に、制御部201は、フィルタ遮断周波数演算部221で中心周波数 f_c からBPF230のバンド幅 Δf を算出する（ステップS83）。

そして、制御部201は、フィルタ遮断周波数演算部221で中心周波数 f_c 及びバンド幅 Δf を用いてLPF遮断周波数 f_L を算出する（ステップS84）と共に、HPF遮断周波数 f_H を算出する（ステップS85）。

【0246】

次に、制御部201は、L側D/A変換器233aの内部抵抗 R_L と C_L とで定まる遮断周波数 $1/(2\pi R_L C_L)$ となるようにLPF遮断周波数 f_L を例えば、8ビットの場合、0～255の値に正規化する（ステップS86）と共に、H側D/A変換器233bの内部抵抗 R_H と C_H とで定まる遮断周波数 $1/(2\pi R_H C_H)$ となるようにHPF遮断周波数 f_H を例えば、8ビットの場合、0～255の値に正規化する（ステップS87）。

【0247】

次に、制御部201は、可変ゲインAMP204からの電気信号をLPF231のL側D/A変換器233aの基準電圧入力部に入力させ、LPF遮断周波数 f_L の正規化値に応じた電流値をI-V変換器234へ出力させる（ステップS88）。

【0248】

そして、I-V変換器234は、L側D/A変換器233aからの電流値をI-V（電流値-電圧値）変換し、コンデンサ C_L は、I-V変換器234からの電流値を低周波のみ通過させて、BPF230のコンデンサ C_H へ出力させる（ステップS89）。そして、コンデンサ C_H は、コンデンサ C_L でからの電気信号に対して、高周波のみ通過させて、フレームグラバ136へ出力させ（ステップS90）、フィルタ調整処理が終了となる（ステップS91）。

【0249】

これにより、本第8の実施の形態の光イメージング装置は、光プローブ101を交換しても最適なフィルタ調整（遮断周波数調整）を実現することができる。

尚、本実施の形態の光イメージング装置は、用いられるD/A変換器212が電流出力タイプであるが、電圧出力タイプのD/A変換器212及びアナログ乗算器を用いて、I-V変換器234のゲインを可変とし、遮断周波数を調整するように構成しても良い。

【0250】

また、本実施の形態の光イメージング装置は、D/A変換器212の代わりにアナログスイッチによる抵抗値の切り換えにより、遮断周波数を調整するように構成しても良い。

また、本実施の形態の光イメージング装置は、D/A変換器212の内部抵抗RとコンデンサCとでフィルタを構成しているが、内部抵抗RとコイルL、或いは内部抵抗RとコイルLとコンデンサCとの組み合わせ、I-V変換器234の有無等、既知のフィルタで構成しても良い。

【0251】

尚、フレームグラバ136からメモリ138を介して画像エンジン139に入力される信号は、図65に示す関数を用いた γ 補正を行って図示しないモニタの表示面に表示させるようになっている。

この γ 補正は、図65に示すように入力信号xに対して出力信号yが

$$y = x^\gamma \quad \cdots (29)$$

となる関数を用いている。

【0252】

尚、この γ 値は、 $0 < \gamma < 1$ の値を取り、例えば0.45など予め算出した生体情報からの信号が最適に表示される値を用いる。また、図65中、信号データは、階調を8ビット（0-255）としているが、より高階調としても良い。

【0253】

尚、本発明は、以上述べた実施の形態のみに限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形実施可能である。

【0254】

[付記]

1. 被検体に低干渉性光を照射し、前記被検体から反射・散乱した反射・散乱光の情報から前記被検体の断層像を構築する光イメージング装置であって、

前記低干渉性光を発生する光源と、

前記低干渉性光を計測光と参照光に二分岐させる光分岐手段と、

前記計測光を被検体に伝送・受光するための交換可能な光コネクタ部を持つ光プローブ部と、

前記光プローブと接続し、前記計測光を被検体に対して走査させるスキヤニング駆動手段と、

前記被検体で反射・散乱された計測光と干渉する前記参照光の光路長を調整する光ディレイ手段と、

前記計測光と前記参照光の光学特性を調整する光学系調整手段と、

前記受信光と参照光との干渉光を検出する光検出手段と、

前記光検出手段が検出した信号を処理し、前記被検体の断層画像を生成する画像生成手段と、

前記被検体の断層画像の表示パラメータを調整する画像表示調整手段とを有する光イメージング装置において、

前記光プローブに該光プローブの特徴情報を保持する情報保持手段と前記光プローブの情報を検知する情報検知手段を設け、

前記情報検知手段からの検知情報により、前記スキヤニング駆動手段、前記光

学系調整手段、及び前記画像表示調整手段の少なくとも何れか一つを制御する制御手段を備えたことを特徴とする光イメージング装置。

(付記 1、12～15 の背景) 従来技術の欄に記載。

(付記 1、12～15 の目的) 発明の目的に記載。

【0255】

2. 付記 1 において、前記計測光を被検体に対して走査させる前記スキヤニング駆動手段が前記光プローブの出光部を走査させるプローブスキヤニング駆動手段であることを特徴とする。

3. 付記 2 において、前記プローブスキヤニング駆動手段が、前記光プローブを光プローブの軸方向に対して進退走査させる駆動手段であることを特徴とする。

4. 付記 2 において、前記プローブスキヤニング駆動手段が、前記光プローブを光プローブの軸方向を中心に回転走査させる駆動手段であることを特徴とする。

(付記 2～4、6～11 の背景) 従来技術の欄に記載。

(付記 2～4、6～11 の目的) 発明の目的 (請求項 2 の目的と同じ)。

【0256】

5. 付記 1 において、前記光学系調整手段が、前記計測光と前記参照光の光路長差を調整する手段であることを特徴とする。

(付記 5 に対する背景)

一般に、OCT 技術には、計測光の光路長と参照光の光路長との差は一定な範囲以内に限り、干渉が起きる。

従来技術の特開平 11-148897 では、光走査プローブを交換して使用した場合における各々の光プローブの長さのバラツキを考慮し、装置内の光学系の中で前記長さのバラツキを補正する光路長調整手段を設けることが提案されている。

(付記 5 の目的) 光路長のバラツキにある光プローブの光路長情報の自動検知により、光路調査を自動的に調整する光イメージング装置を提供する。

【0257】

6. 付記 1 において、前記画像表示手段は前記情報検知手段からの検知情報に基づいて、前記被検体断層画像及び表示情報を調整することを特徴とする。

7. 付記 6 において、前記検知情報が光プローブの走査方式であって、前記画像表示調整手段が前記走査方式に対応した前記被検体断層画像を調整することを特徴とする。

8. 前記付記 7 において、前記走査方式がリニア走査方式であり、前記画像調整手段が前記被検体断層画像をリニア画像表示にすることを特徴とする。

【0 2 5 8】

9. 前記付記 7 において、前記走査方式がラジアル走査方式であり、前記画像調整手段が前記被検体断層画像をラジアル画像表示にすることを特徴とする。

1 0. 付記 6 において、前記検知情報が前記光プローブの焦点距離であって、前記画像表示調整手段が前記被検体断層画像上に、前記光プローブの前記焦点距離に対応した位置に焦点位置マーカを表示させることを特徴とする。

1 1. 付記 6 において、前記検知情報が前記光プローブのシース径であって、前記画像表示調整手段が前記被検体断層画像上に、前記光プローブのシース径に対応した位置に前記シースの像を定位させることを特徴とする。

【0 2 5 9】

1 2. 付記 1 において、前記光プローブの特徴情報を保持する情報保持手段と前記特徴情報を検知する情報検知手段が非接触的に反応・感知する手段からなることを特徴とする。

1 3. 付記 1 2 において、前記情報保持手段は遮光手段であり、前記情報保持手段を非接触的に検知する前記情報検知手段は光発光・受光手段であることを特徴とする。

1 4. 付記 1 において、前記光プローブの特徴情報を保持する情報保持手段と前記特徴情報を検知する情報検知手段が非接触的に反応・感知する手段からなることを特徴とする。

1 5. 付記 1 4 において、前記情報保持手段は電氣的なメモリであり、前記情報保持手段を接触的に検知する前記情報検知手段は電気コネクタであることを特徴とする。

【0 2 6 0】

1 6. 光源からの光束を照射し、被検体からの戻り光の情報からこの被検体の観

察像を構築する光イメージング装置において、

前記光源からの光束を被検体に伝達すると共に、この被検体からの戻り光を受光するための交換可能な光プローブと、

前記光源及び、前記被検体からの戻り光を受光して電気信号に変換するための受光手段を有し、前記光プローブが着脱自在に装着可能な装置本体と、

前記装置本体に装着された光プローブの特性を検知する検知手段と、

前記検知手段で検知した前記光プローブの特性に応じて、この光プローブの制御条件を設定する設定手段と、

を具備したことを特徴とする光イメージング装置。

【 0 2 6 1 】

1 7. 光源からの光束を照射し、被検体からの戻り光の情報からこの被検体の観察像を構築する光イメージング検出方法において、

前記光源からの光束を被検体に伝達すると共に、この被検体からの戻り光を受光するための交換可能な光プローブと、

前記光源からの光束を被検体に伝達し受光するための交換可能な光プローブと

、
前記光源及び、前記被検体からの戻り光を受光して電気信号に変換するための受光手段を有し、前記光プローブが着脱自在に装着可能な装置本体と、

前記装置本体に装着された光プローブの特性を検知する検知手段と、

を具備した光イメージング装置を用いて、前記検知手段で検知した前記光プローブの特性に応じて、この光プローブの制御条件を設定することを特徴とする光イメージング検出方法。

【 0 2 6 2 】

1 8. 光源からの光束を被検体に伝達すると共に、この被検体からの戻り光を受光するための光プローブにおいて、

装置本体に着脱自在に接続されて読み出されるための特性条件を記録する記憶手段設けたことを特徴とする光プローブ。

【 0 2 6 3 】

1 9. 付記 1 6 において、前記光源からの光束を走査する少なくとも 1 つのスキ

ャニング手段と、前記スキャニング手段を駆動しタイミング信号を発生する信号発生手段と、前記光プローブの特性情報を記録する記憶手段と、前記光源からの光束を前記被検体に照射し、この被検体からの戻り光を前記受光手段に導光するための光学系と、前記受光手段からの電気信号を保存するメモリ手段と、前記メモリ手段に保存されたデータを変換し画像信号を生成する画像信号生成手段と、前記記憶手段のデータに基づき、前記画像信号生成手段又は前記信号発生手段の少なくともいずれか一方の設定を変化させる制御手段と、を有することを特徴とする光イメージング装置。

【0264】

20. 付記17において、前記記憶手段からデータを読み出す読出工程と、前記読出工程で読み出したデータから前記光プローブの制御条件を算出する算出工程と、前記算出工程で算出した制御条件を設定する設定工程と、前記設定工程で設定した制御条件に基づき、前記光プローブを制御駆動する制御駆動工程と、

前記制御駆動工程で駆動された光プローブで得た画像データを表示処理する表示処理工程と、を具備したことを特徴とする光イメージング検出方法。

【0265】

21. 付記19において、前記スキャニング手段、前記記憶手段、前記光学系の少なくとも一部が前記光プローブに構成され、この光プローブが前記画像信号生成手段又は前記信号発生手段の少なくともいずれか一方に対して着脱自在に構成されたことを特徴とする光イメージング装置。

【0266】

22. 付記19において、前記画像信号生成手段が、補間手段を有することを特徴とする光イメージング装置。

23. 付記19において、前記制御手段が、前記記憶手段に記憶される情報に基づき、前記信号発生手段のデータを設定することを特徴とする光イメージング装置。

24. 付記19において、前記スキャニング手段を、機械的共振周波数で駆動することを特徴とする光イメージング装置。

【0267】

25. 付記19において、前記受光手段の受光感度を調整するゲイン調整手段を設けたことを特徴とする光イメージング装置。

26. 付記19において、前記メモリ手段への電気信号の帯域調整を行うためのフィルタ調整手段を設けたことを特徴とする光イメージング装置。

27. 付記19において、前記画像信号生成手段は、入力信号 x に対し、出力信号 $y = x \gamma$ を出力することを特徴とする光イメージング装置。

【0268】

28. 付記19又は付記21において、前記記憶手段に記憶される情報に、少なくとも1つのスキャナを駆動するための駆動周波数、駆動電圧、オフセット電圧、画像化範囲の少なくともいずれかが含まれることを特徴とする光イメージング装置。

【0269】

29. 付記21において、前記記憶手段に記憶される情報に、プローブ形式又はシリアルナンバの少なくともいずれか一方が含まれることを特徴とする光イメージング装置。

30. 付記22において、前記制御手段が、前記記憶手段に記憶される情報に基づき、前記補間手段のデータを設定することを特徴とする光イメージング装置。

【0270】

31. 付記23において、前記信号発生手段のデータが、前記スキャニング手段を駆動するための駆動波形の振幅であることを特徴とする光イメージング装置。

32. 付記23において、前記信号発生手段のデータが、前記スキャニング手段を駆動するための駆動波形の周波数であることを特徴とする光イメージング装置。

【0271】

33. 付記23において、前記信号発生手段のデータが、前記スキャニング手段を駆動するための駆動波形であることを特徴とする光イメージング装置。

34. 付記23において、前記信号発生手段は、クロック発生部を有し、前記信号発生手段のデータが、前記クロック発生部で発生したクロック周波数であるこ

とを特徴とする光イメージング装置。

【0272】

35. 付記23において、前記信号発生手段のデータが、前記メモリ手段に出力するトリガー信号のタイミングであることを特徴とする光イメージング装置。

36. 付記24において、前記スキャニング手段を2つ以上有し、これら2つ以上のスキャニング手段によるビート周波数がフレームレートとなる異なる2つ以上の周波数で駆動されることを特徴とする光イメージング装置。

【0273】

37. 付記25において、前記制御手段が、前記記憶手段に記録された情報に基づき、前記ゲイン調整手段のデータを設定することを特徴とする光イメージング装置。

38. 付記25において、前記ゲイン調整手段のデータが、前記受光手段の戻り光量であることを特徴とする光イメージング装置。

【0274】

39. 付記25において、前記ゲイン調整手段は、前記戻り光量に基づき、補正値を算出するゲイン算出器を有することを特徴とする光イメージング装置。

40. 付記26において、前記制御手段が、前記記憶手段に記録された情報に基づき、前記フィルタ調整手段のデータを設定することを特徴とする光イメージング装置。

【0275】

41. 付記27において、前記 γ 値は、画像化の際に最適な輝度値を再現する、0以上1以下の値であることを特徴とする光イメージング装置。

42. 付記27において、前記 γ 値は、0.45であることを特徴とする光イメージング装置。

43. 付記37において、前記戻り光量は、少なくとも前記光学系の光路長、焦点距離、レンズの開口数により決定されることを特徴とする光イメージング装置。

【0276】

44. 付記39において、前記ゲイン調整手段は、少なくとも画像1フレームの

うちの特定領域の輝度値に基づき、補正値を算出するゲイン算出器を有することを特徴とする光イメージング装置。

45. 付記39において、前記ゲイン調整手段は、少なくとも画像各フレームごとに輝度値を算出し、次にフレームにフィードバックすることを特徴とする光イメージング装置。

【0277】

46. 付記39において、前記ゲイン調整手段は、少なくとも特定のフレームでのみ輝度値を算出し、次フレーム以降にフィードバックすることを特徴とする光イメージング装置。

47. 付記40において、前記フィルタ調整手段のデータが、前記スキヤニング手段を駆動するための駆動周波数と、前記光学系の分解能であることを特徴とする光イメージング装置。

【0278】

(付記16, 17, 18, 19, 20, 21, 29の背景)

従来、光イメージング装置は、装置本体に着脱自在に接続する光プローブが多数開示されているが、光プローブの個体差を補正することに関する開示がない。

(付記16, 17, 18, 19, 20, 21, 29の目的)

本付記の目的は、光プローブの特性に応じた設定を容易にできる光イメージング装置及び光イメージング検出方法を提供することを目的とする。

(付記16, 17, 18, 19, 20, 21, 29の効果)

本付記の光イメージング装置及び光イメージング検出方法は、プローブ特性を検知させその情報をもとに、設定手段により動作条件を設定できるため、容易な設定が可能である。

【0279】

(付記22, 30の背景)

従来、光イメージング装置は、スキヤナを用いた走査手段を有するものが開示されているが、それにより取得された信号を光プローブの特性を考慮して画像生成手段を制御するものについて開示がない。

(付記 2 2, 3 0 の目的)

本付記の目的は、光プローブの特性に合わせて、縮尺が正確で、歪のない画像を容易に設定することができる光イメージング装置を提供することを目的とする。

(付記 2 2, 3 0 の効果)

本付記の光イメージング装置は、補間手段を用いることで、不等間隔のデータサンプリングに対しても歪がなく、正確な縮尺の画像を表示することができる。また、本付記の光イメージング装置は、プローブの特性情報をもとに、補間手段の設定をできるためプローブにあった設定を容易に実現することができる。

【 0 2 8 0 】

(付記 2 3, 2 4, 2 8, 3 1, 3 2, 3 3, 3 4, 3 5 の背景)

従来、光イメージング装置は、スキャナを用いた走査手段を有するものが開示されているが、スキャナの特性に合わせて駆動条件、表示条件を容易に設定するものが開示されていない。

(付記 2 3, 2 4, 2 8, 3 1, 3 2, 3 3, 3 4, 3 5 の目的)

本付記の目的は、光プローブの特性に応じた設定が容易にできる光イメージング装置を提供することを目的とする。特に、本付記の目的は、表示画像を歪のない正確な画像を得ることが可能な光イメージング装置を提供することを目的とする。

(付記 2 3, 2 4, 2 8, 3 1, 3 2, 3 3, 3 4, 3 5 の効果)

本付記の光イメージング装置は、スキャナの駆動条件を検知することができるため、駆動条件の設定が容易にできる。

【 0 2 8 1 】

(付記 2 5, 3 7 - 3 9, 4 3 - 4 6 の背景)

従来、光イメージング装置は、観察対象の戻り光特性を予め測定しておき、その特性に基づいてゲイン調整を行っていた。よって、従来の光イメージング装置は、光学特性にばらつきのあるプローブごとに戻り光の特性を測定する必要があるため、ゲイン調整が煩雑であった。

(付記 2 5, 3 7 - 3 9, 4 3 - 4 6 の目的)

本付記の目的は、光プローブを交換しても各々の光プローブ固有の情報に基づいてゲイン調整可能なゲイン調整手段を設けることにある。

(付記 25, 37-39, 43-46 の効果)

本付記の光イメージング装置は、光プローブを交換しても、各々のプローブ固有の情報に基づいて自動的にゲイン調整が可能であるため、容易に最適なゲイン調整が可能となる。

【0282】

(付記 26, 40, 47 の背景)

従来、光イメージング装置は、観察対象を観察し、その上で帯域制限フィルタを手動により調整し、最適な帯域調整を行っていた。よって、従来の光イメージング装置は、光学特性にばらつきのあるプローブを交換する度に、或いは同じプローブを使用するにしても観察する度に帯域調整を行う必要があり、面倒であった。

(付記 26, 40, 47 の目的)

本付記の目的は、光プローブを交換しても各々の光プローブ固有の情報に基づいて帯域調整可能な帯域調整手段を設けることにある。

(付記 26, 40, 47 の効果)

本付記の光イメージング装置は、光プローブを交換しても、各々のプローブ固有の情報に基づいて自動的に帯域調整が可能であるため、容易に最適な帯域調整が可能となる。

【0283】

(付記 27, 41, 42 の背景)

従来、光イメージング装置は、観察対象に対して予め所定の γ 特性を取得し、それに基づいて γ 補正を行っていた。よって、従来の光イメージング装置は、光学特性にばらつきのある光プローブを交換する度に γ 特性を取得して調整する必要があり、調整が煩雑であった。

(付記 27, 41, 42 の目的)

本付記の目的は、光プローブを交換しても、各々の光プローブ固有の情報に基づいて γ 補正可能な画像信号生成手段を設けることにある。

(付記 2 7, 4 1, 4 2 の効果)

本付記の光イメージング装置は、光プローブを交換しても、各々のプローブ固有の情報に基づいて自動的に γ 補正が可能であるため、容易に最適な γ 補正が可能となる。

【 0 2 8 4 】

(付記 3 6 の背景)

従来、光イメージング装置は、例えば、特開 2 0 0 0 - 7 5 2 1 0 号公報に記載されているように、2つのスキャナによりリサージュ走査を行うものが提案されている。しかしながら、上記特開 2 0 0 0 - 7 5 2 1 0 号公報に記載の光イメージング装置は、スキャナの駆動条件、操作方法の詳細や、画像化に関する開示がない。

(付記 3 6 の目的)

本付記の目的は、複数のスキャナを共振駆動させて低い駆動電圧でスキャナを駆動でき、且つ観察視野の広い光イメージング装置を提供することを目的とする。

(付記 3 6 の効果)

本付記の光イメージング装置は、複数のスキャナを共振駆動で動作させることができ、駆動電圧を低くすることができる。また、本付記の光イメージング装置は、複数のスキャナを共振駆動で動作させることができ、観察視野を広くすることができる。更に、本付記の光イメージング装置は、駆動条件を光プローブの特性情報をもとに設定するので、スキャナの駆動位相を正確に合わせることができ走査にずれが生じない装置を実現できる。

【 0 2 8 5 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、接続された光プローブの特徴情報を自動的に検知或いは判別して、接続された光プローブに適したスキャニング駆動制御や、光路系の調整、表示画像の調整等ができる。

【 0 2 8 6 】

対応ができる

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明の第 1 の実施の形態の光イメージング装置の構成を示す構成図。

【図 2】

図 1 内のマイクロスイッチ方式プローブ情報検知機構の構成を示す構成図。

【図 3】

図 2 のマイクロスイッチ検知方式の動作原理を説明する説明図。

【図 4】

プローブ情報を検知・処理する手順のフローチャート。

【図 5】

図 4 のプローブ情報検知手順の詳細を示すフローチャート。

【図 6】

図 4 の光学系調整・制御の処理手順のフローチャート。

【図 7】

図 4 のプローブスキニング駆動・制御と、画像化及び表示の設定をする処理手順のフローチャート。

【図 8】

光路長走査部の参照光の光路長調整機構等の構成を示す構成図。

【図 9】

図 8 の光路長自動調整機構が動作する前と自動調整後のラジアルスキャン断層像図。

【図 1 0】

シース径の細い光プローブを示す構成図。

【図 1 1】

シース径の太い光プローブを示す構成図。

【図 1 2】

図 1 0 のプローブのシースをラジアルスキャン断層像上に表示した説明図。

【図 1 3】

光路長調整を行っていない状態で図 1 1 の光プローブのシースをラジアルスキャ

ン断層像上で表示した説明図。

【図 14】

光路長調整を行った状態で図 11 の光プローブのシースのラジアルスキャン断層像上で表示した説明図。

【図 15】

光プローブの計測光の焦点位置と焦点範囲を示す説明図。

【図 16】

ラジアルスキャン OCT 画像上に光プローブの焦点位置を表示した説明図。

【図 17】

リニアスキャン OCT 画像上に光プローブの焦点位置を表示した説明図。

【図 18】

ラジアルスキャン OCT 画像上に光プローブの焦点範囲を表示した説明図。

【図 19】

リニアスキャン OCT 画像上に光プローブの焦点範囲を表示した説明図。

【図 20】

本発明の第 2 の実施の形態における光カプラ方式のプローブ情報検知機構の構成を示す構成図。

【図 21】

図 20 における主要部を示す斜視図。

【図 22】

光カプラ検知方式の動作原理を説明する説明図。

【図 23】

本発明の第 3 の実施の形態におけるメモリ方式のプローブ情報検知機構の構成を示す構成図。

【図 24】

図 23 のメモリ検知方式の動作原理を説明する説明図。

【図 25】

第 4 の実施の形態の光イメージング装置に用いられる光プローブを示す概略構成図。

【図 2 6】

第 4 の実施の形態の光イメージング装置の概略構成を示す回路ブロック図。

【図 2 7】

図 2 6 の光検出部の概略構成を示す回路ブロック図。

【図 2 8】

スキャナにより走査される光学素子で得た画像データをサンプリングする際の様子を示す説明図。

【図 2 9】

図 2 8 (d) の画像データを等時間間隔のドットとして表示した表示画像を示す説明図。

【図 3 0】

プローブデータ部に記憶されるデータテーブル。

【図 3 1】

信号発生器の X ドライブの概略構成を示す回路ブロック図。

【図 3 2】

4 点補間法を説明するためのグラフ。

【図 3 3】

データ列番号 B_j と X 方向の補間係数 K_{xj} との関係を求める際のグラフ。

【図 3 4】

データ列番号 A_i と Y 方向の補間係数 K_{yj} との関係を求める際のグラフ。

【図 3 5】

画像データに補間処理を施した際の説明図。

【図 3 6】

信号発生器の定常状態のタイミングチャートを示すグラフ。

【図 3 7】

Y ドライブ信号が + の最大値となる際のタイミングチャートを示すグラフ。

【図 3 8】

第 1 フレーム目 (往路) の Y トリガー信号 (Y-Sync) が出力される際のタイミングチャートを示すグラフ。

【図 3 9】

1 フレーム分のサンプリングが終了する直前のタイミングチャートを示すグラフ。

【図 4 0】

Y ドライブ信号がーの最大値となる際のタイミングチャートを示すグラフ。

【図 4 1】

第 2 フレーム目（復路）の Y トリガー信号（Y-Sync）が出力される際のタイミングチャートを示すグラフ。

【図 4 2】

第 2 フレームのサンプリングが終了する直前のタイミングチャートを示すグラフ。

【図 4 3】

歪みを有する駆動波形を示すグラフ。

【図 4 4】

第 5 の実施の形態の光イメージング装置の概略構成を示す回路ブロック図。

【図 4 5】

図 4 4 の光イメージング装置の変形例を示す回路ブロック図。

【図 4 6】

ほぼ同じ共振周波数で X スキャナと Y スキャナとを駆動する際の駆動周波数の波形を示すグラフ。

【図 4 7】

図 4 6 の駆動周波数で駆動される X スキャナと Y スキャナとのスキanningパターンを示すグラフ。

【図 4 8】

図 4 7 のスキanningを続けた場合に得られるサンプリングポイントを示すグラフ。

【図 4 9】

第 7 の実施の形態の光イメージング装置の要部概略を示す回路ブロック図。

【図 5 0】

図 4 9 の D / A 入力値変換マトリクスに入力される特性データのグラフ。

【図 5 1】

ゲイン調整処理を示すフローチャート。

【図 5 2】

図 4 9 の光イメージング装置の変形例を示す回路ブロック図。

【図 5 3】

ゲイン調整レベルの算出パターンを示す説明図。

【図 5 4】

ゲイン調整処理を示すフローチャート。

【図 5 5】

図 5 4 のゲイン算出処理を示すフローチャート。

【図 5 6】

図 5 5 の処理 a を示すフローチャート。

【図 5 7】

図 5 5 の処理 b を示すフローチャート。

【図 5 8】

図 5 5 の処理 c を示すフローチャート。

【図 5 9】

図 5 5 の処理 d を示すフローチャート。

【図 6 0】

図 5 5 の処理 e を示すフローチャート。

【図 6 1】

図 5 5 の処理 f を示すフローチャート。

【図 6 2】

第 8 の実施の形態の光イメージング装置の要部概略を示す回路ブロック図。

【図 6 3】

図 6 2 の B P F (バンドパスフィルタ) の周波数特性を示すグラフ。

【図 6 4】

フィルタ調整処理を示すフローチャート。

【図 6 5】

入力信号 x に対する出力信号 y の γ 補正を示すグラフ。

【符号の説明】

- 1…光イメージング装置
- 2…低干渉性光源
- 3 a、3 b、5 a、5 b、8、1 1…シングルモードファイバ（光ファイバ）
- 4…光カップラ
- 6…観測装置
- 7…光ロータリジョイント
- 9…光プローブ
- 1 0…コネクタ部（装着部）
- 1 2…生体組織
- 1 3…光路長走査部
- 1 3 a…光路長走査機構
- 1 3 b…光路長調整機構
- 1 4…レンズ
- 1 5…ミラー
- 1 6…アクチュエータ
- 1 7…アクチュエータ制御回路
- 1 8…コンピュータ
- 1 9…光検出器（P D）
- 2 1…信号処理回路
- 2 3…モニタ
- 2 4…駆動部
- 2 5…回転駆動手段
- 2 6…固定台
- 2 7…進退移動手段
- 2 8…駆動制御回路
- 3 1…シース

3 2、3 5…モータ

3 3…モータロータ

3 4…ベルト

3 6…回転プレート

3 7…駆動ロッド

3 8…プローブ情報特定手段

3 9…プローブ情報保持手段

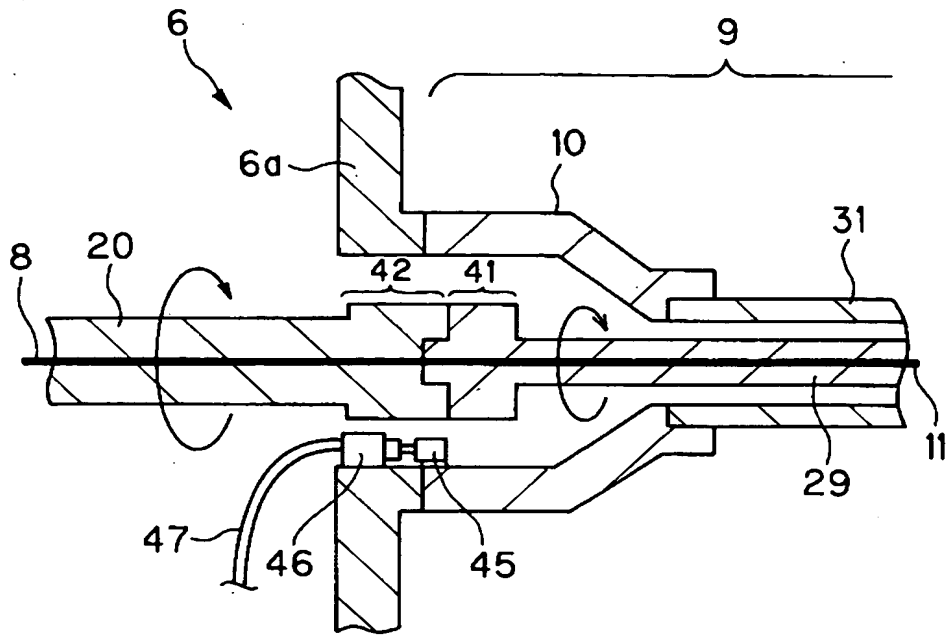
4 0…プローブ情報検知手段

4 5…検知ピン

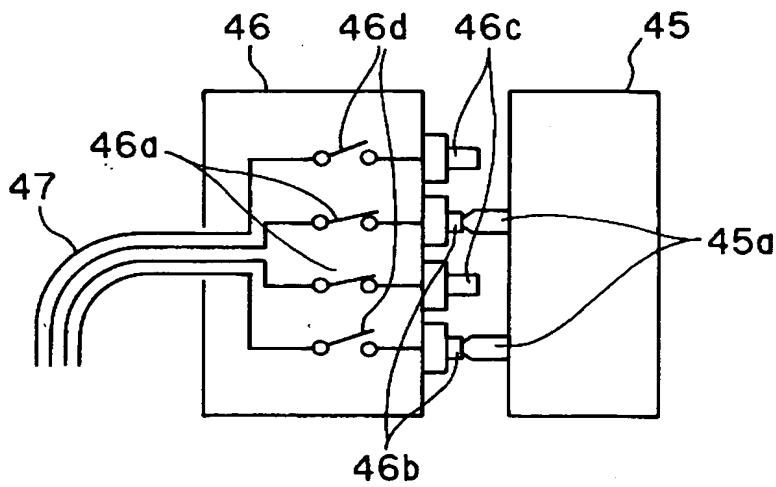
4 6…マイクロスイッチ

代理人 弁理士 伊藤 進

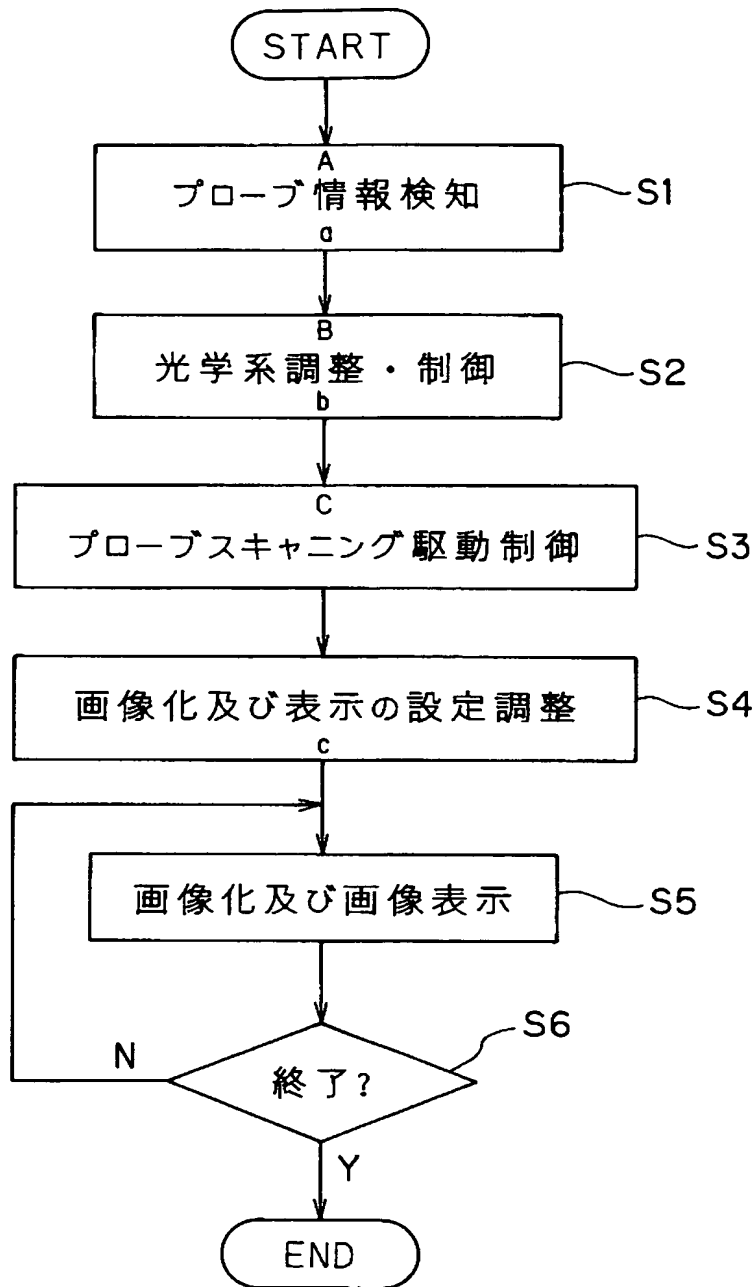
【図 2】



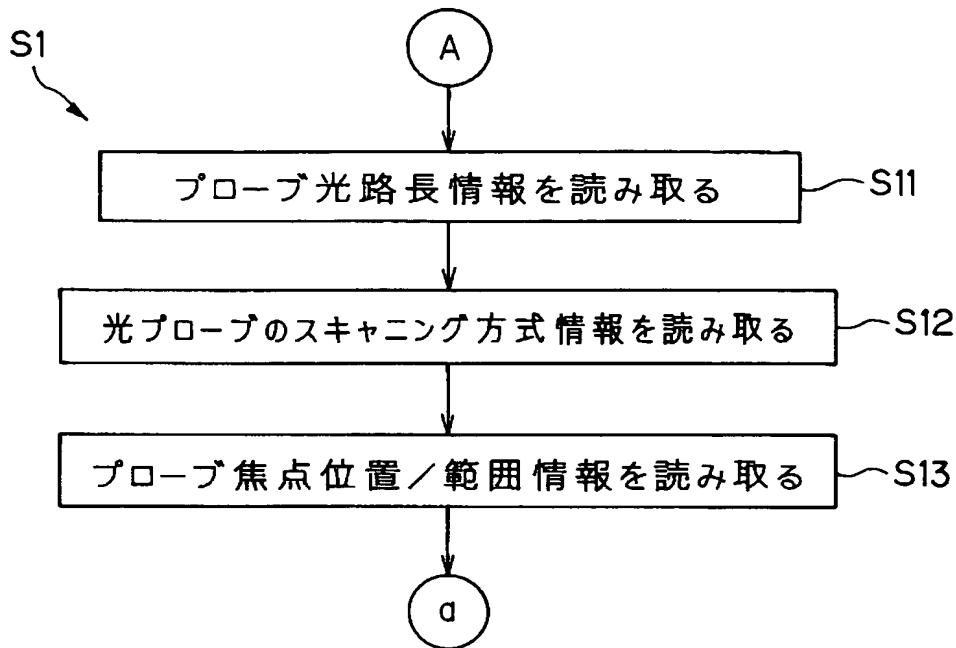
【図 3】



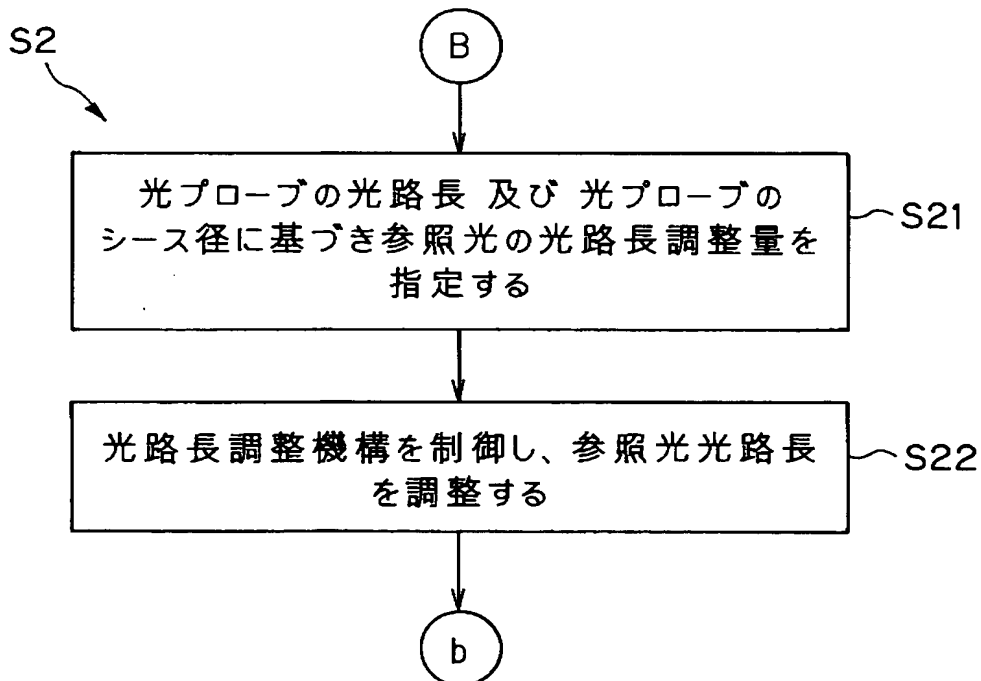
【図 4】



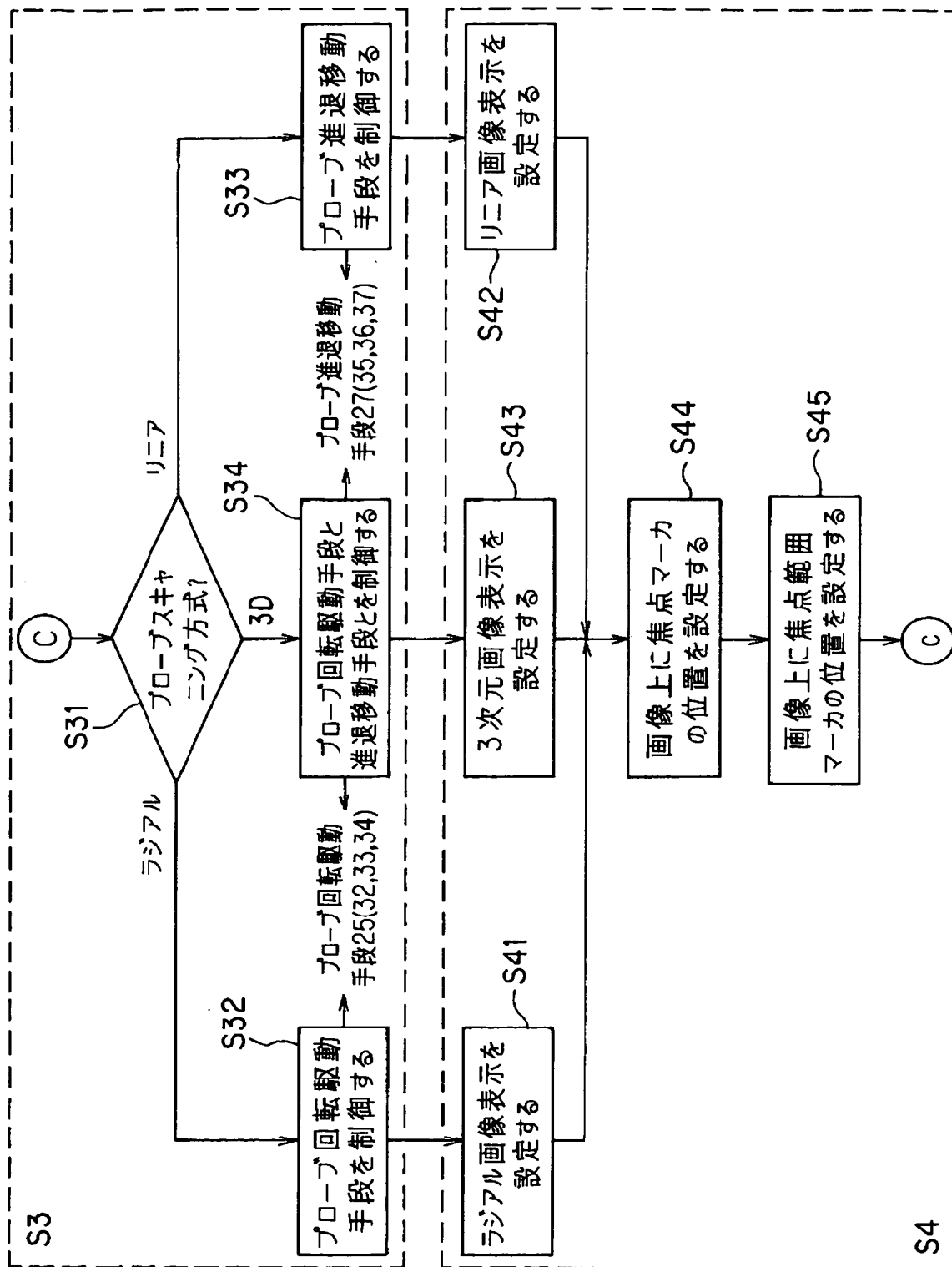
【図 5】



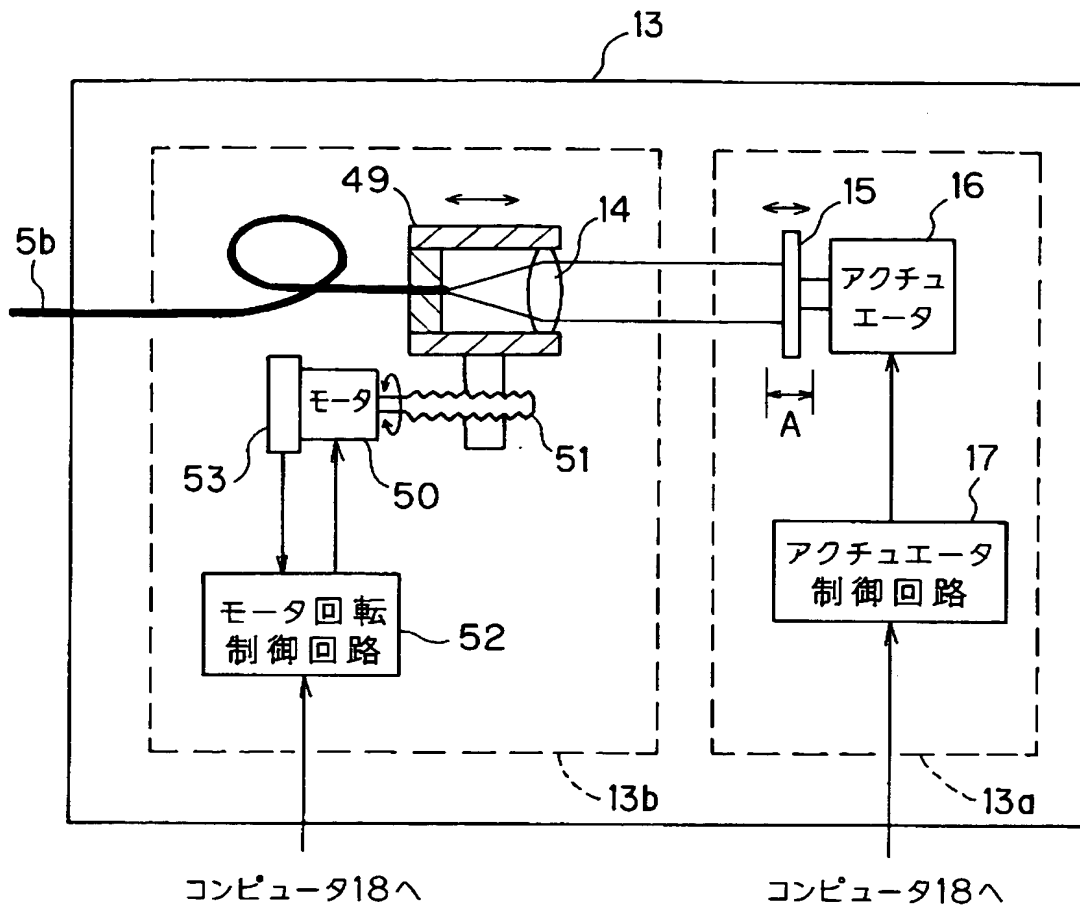
【図 6】



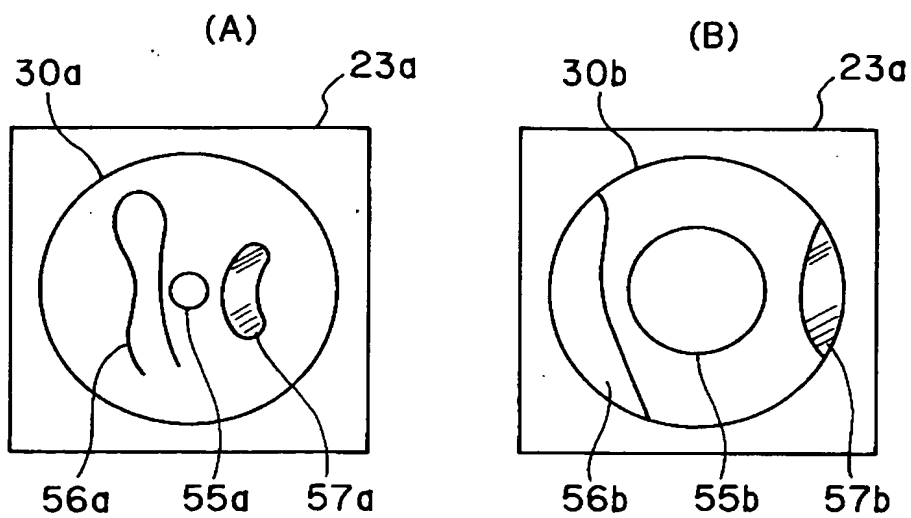
【図 7】



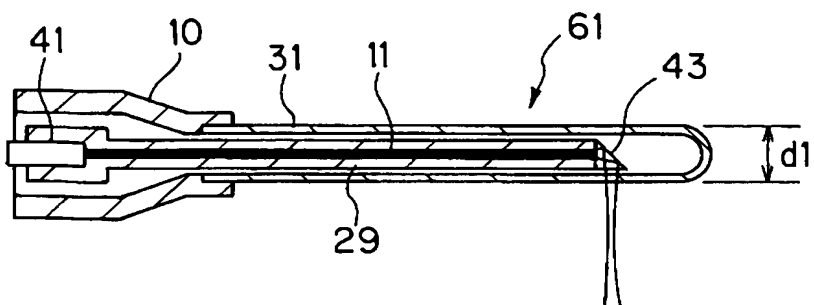
【図 8】



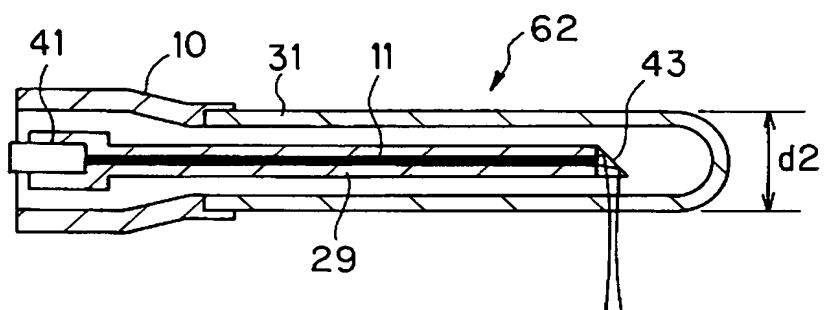
【図 9】



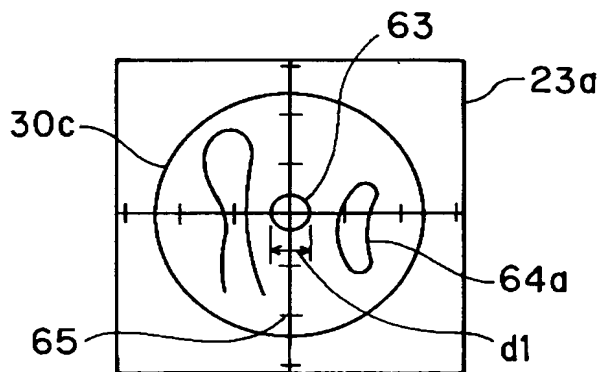
【図 10】



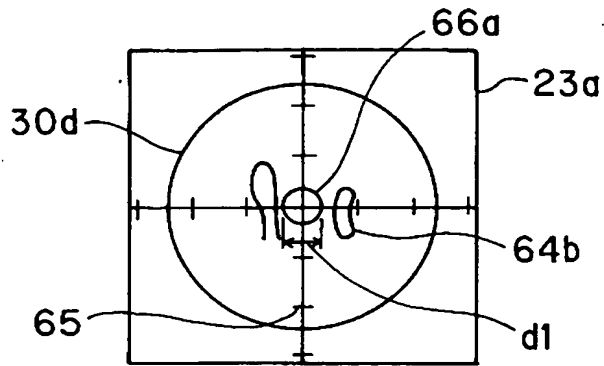
【図 11】



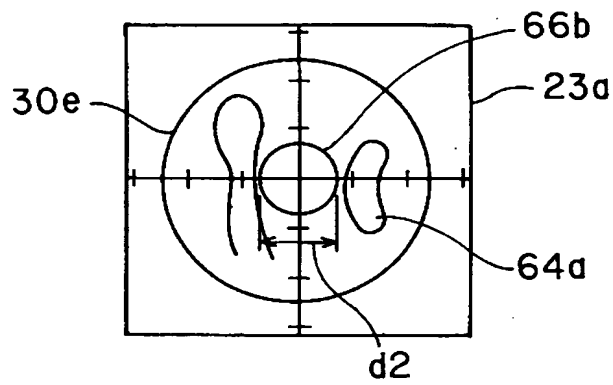
【図 12】



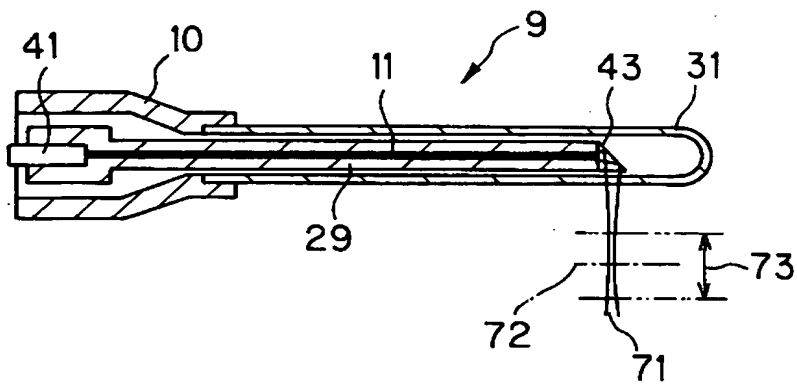
【図 13】



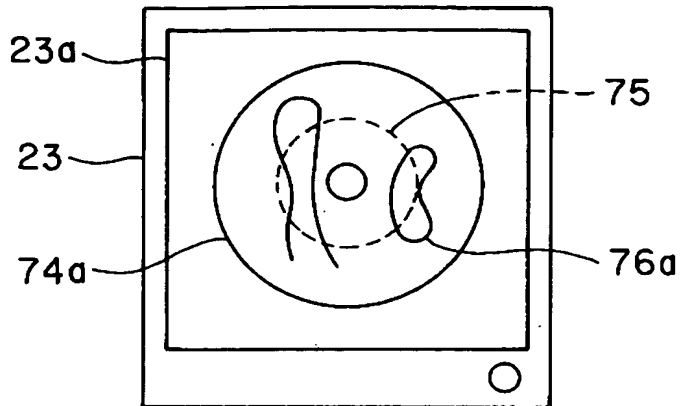
【図 14】



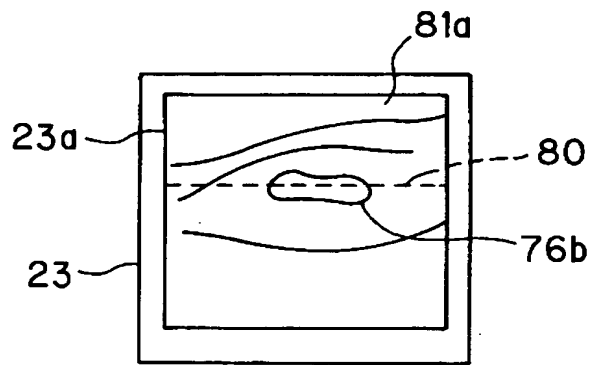
【図 15】



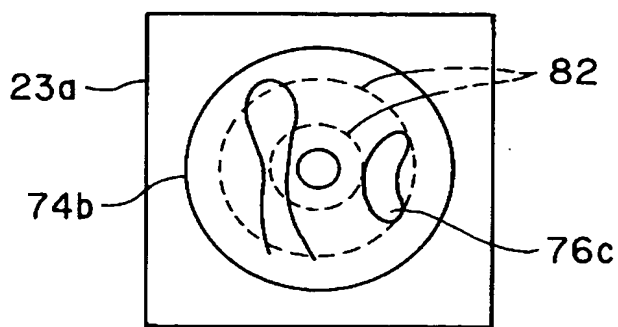
【図 16】



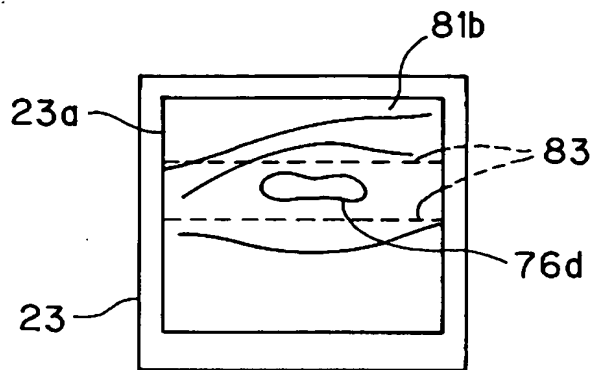
【図 17】



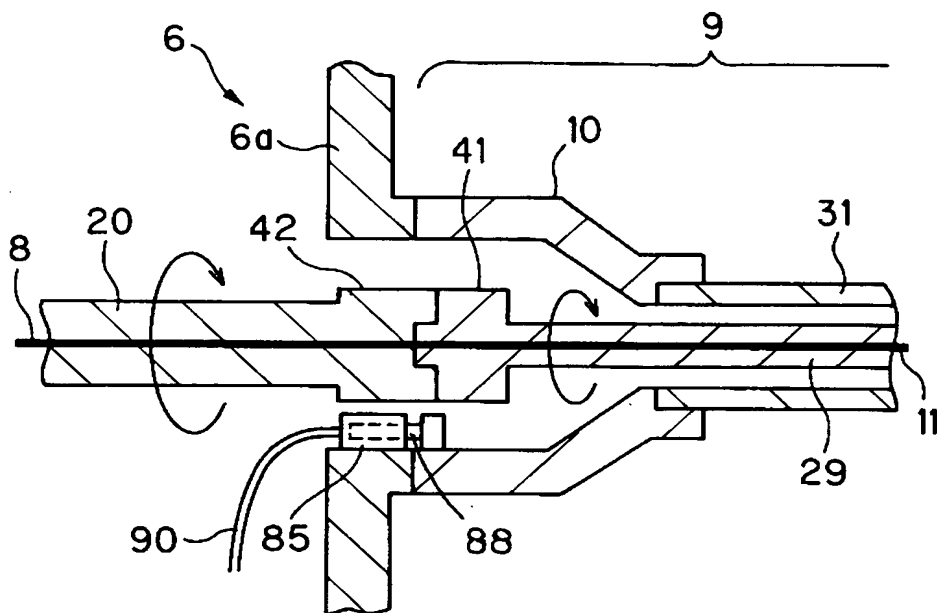
【図 18】



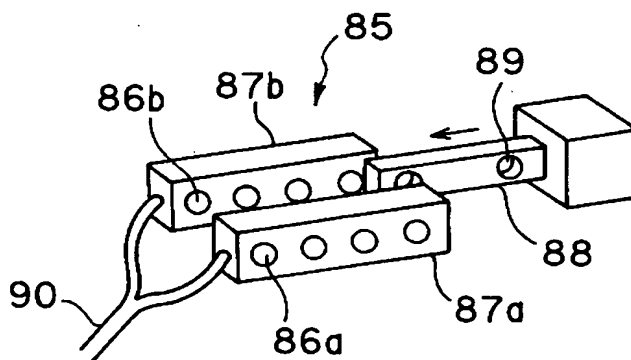
【図 19】



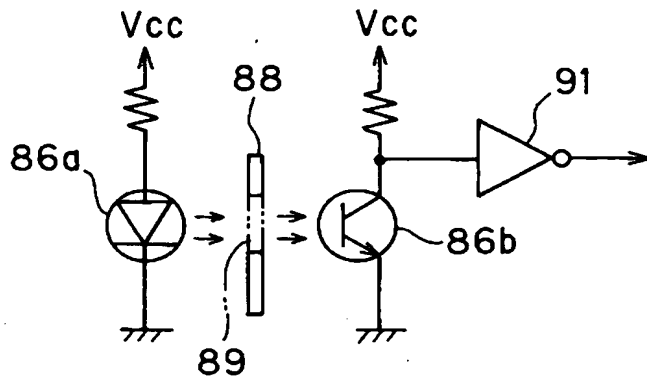
【図 20】



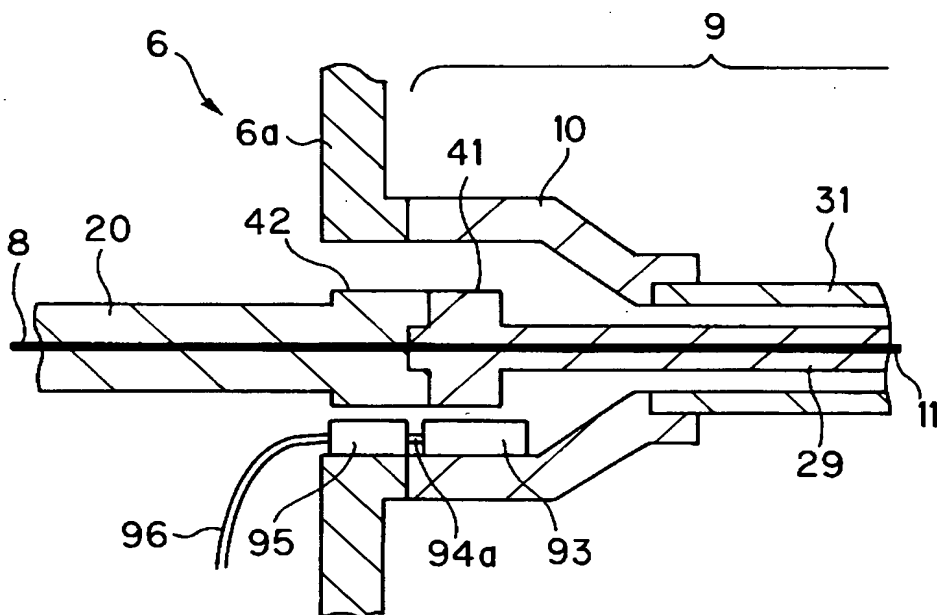
【図 21】



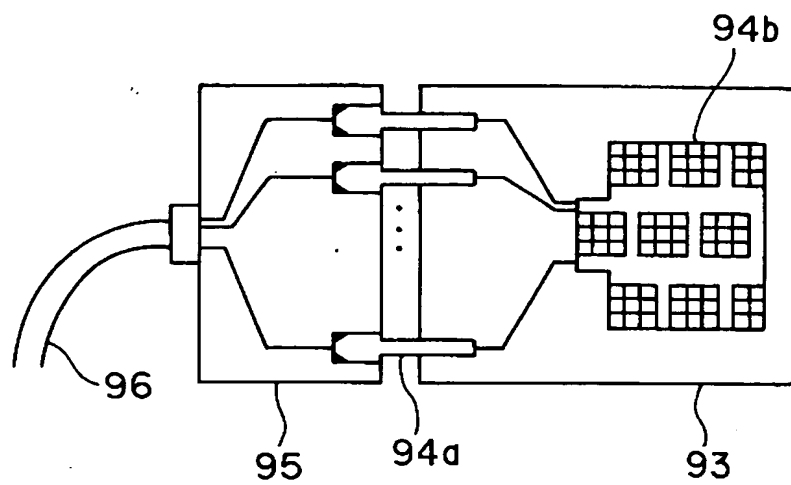
【図 22】



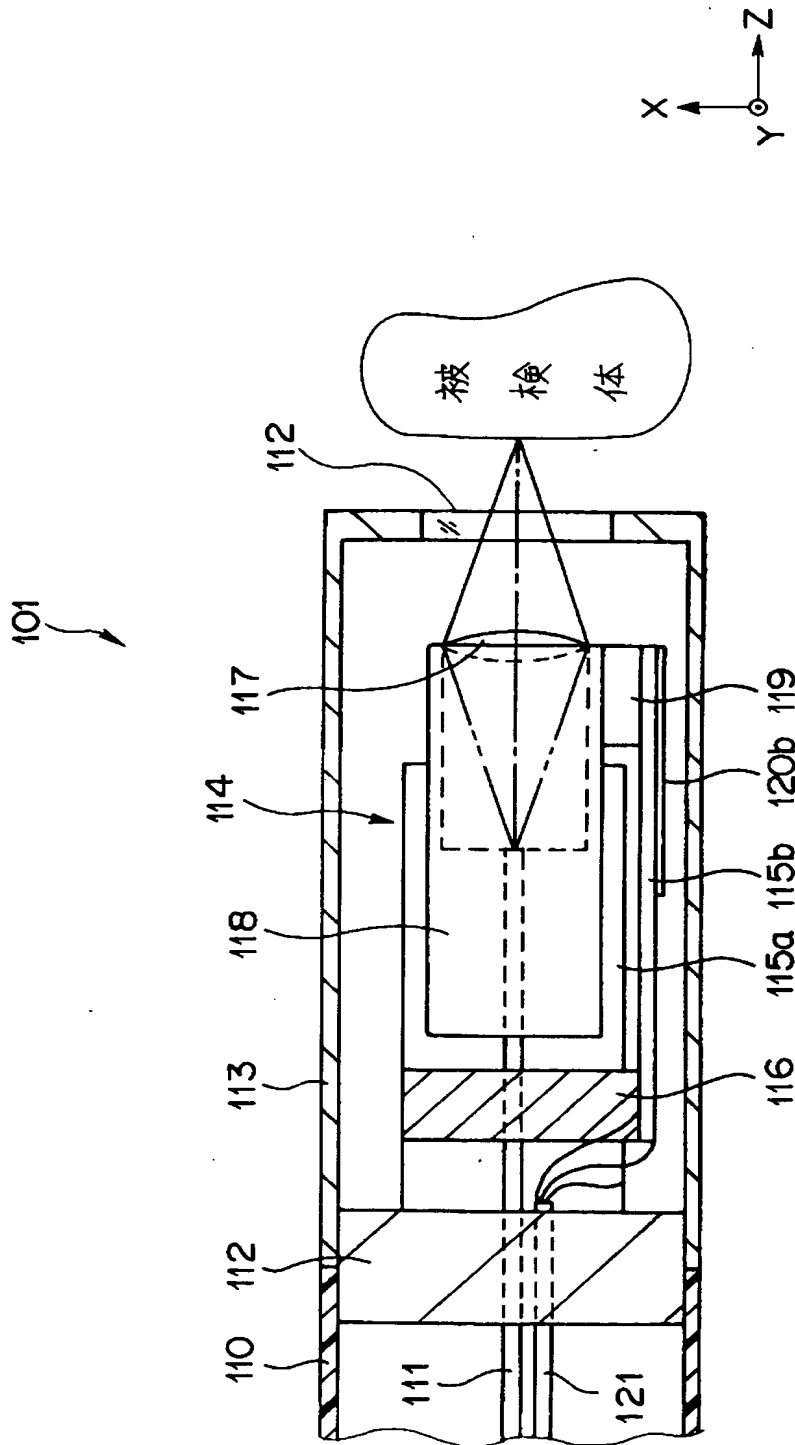
【図 23】



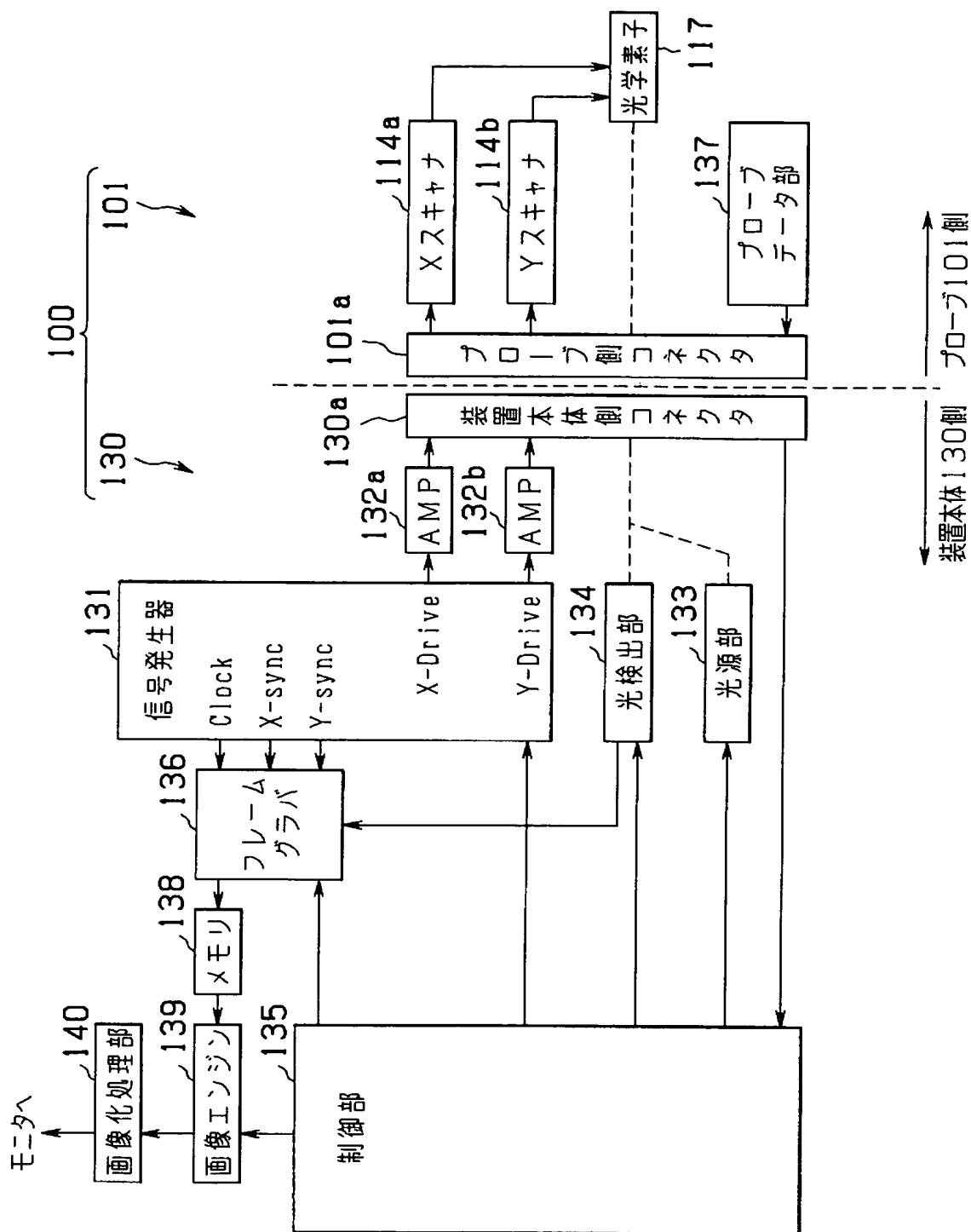
【図 24】



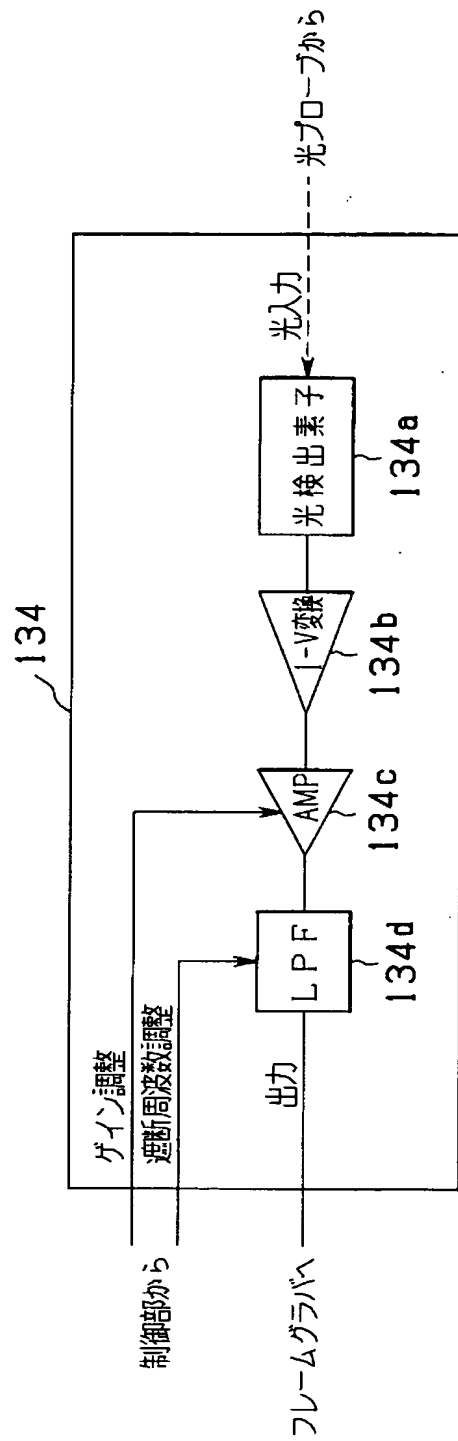
【図 25】



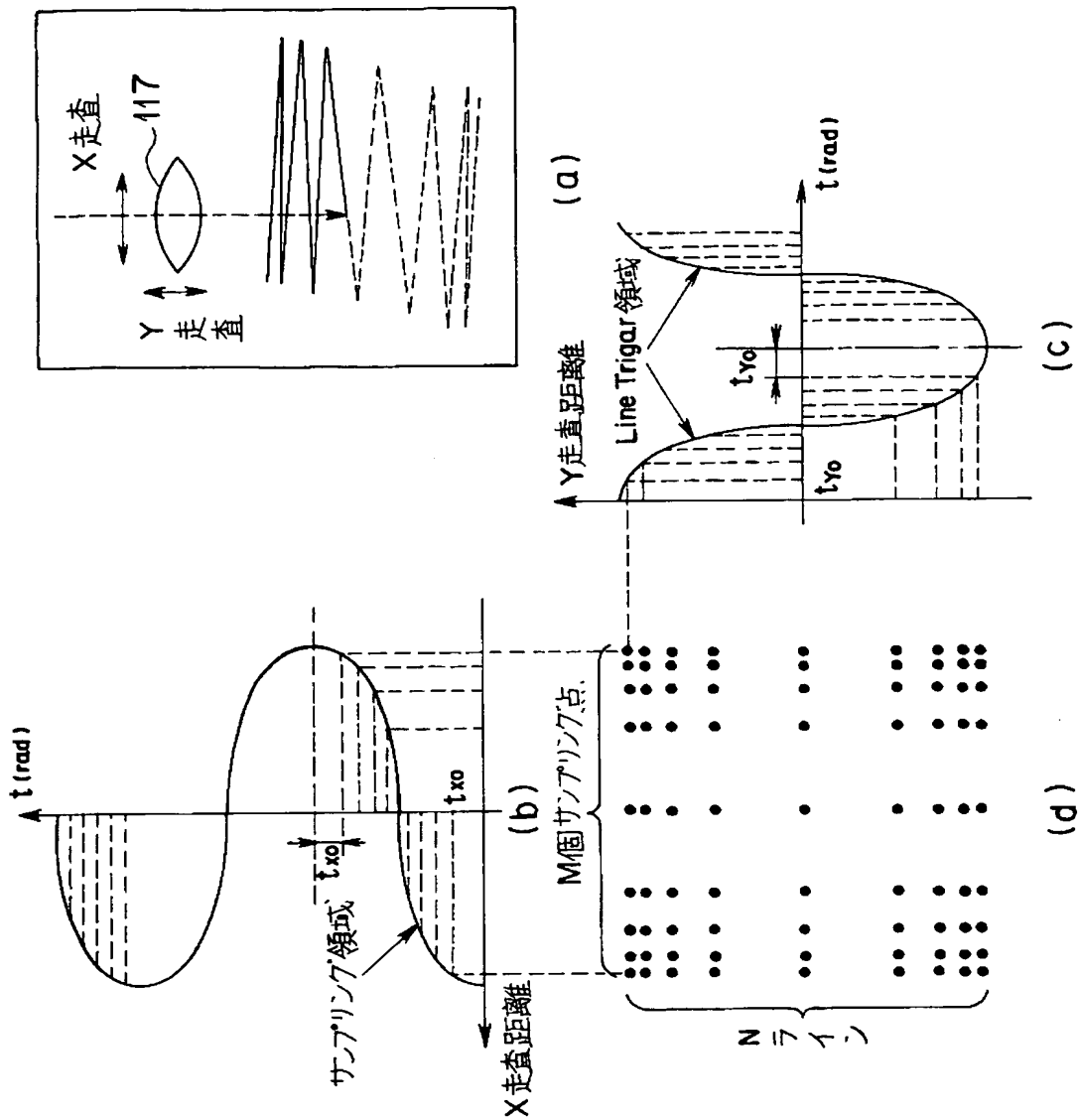
【図 26】



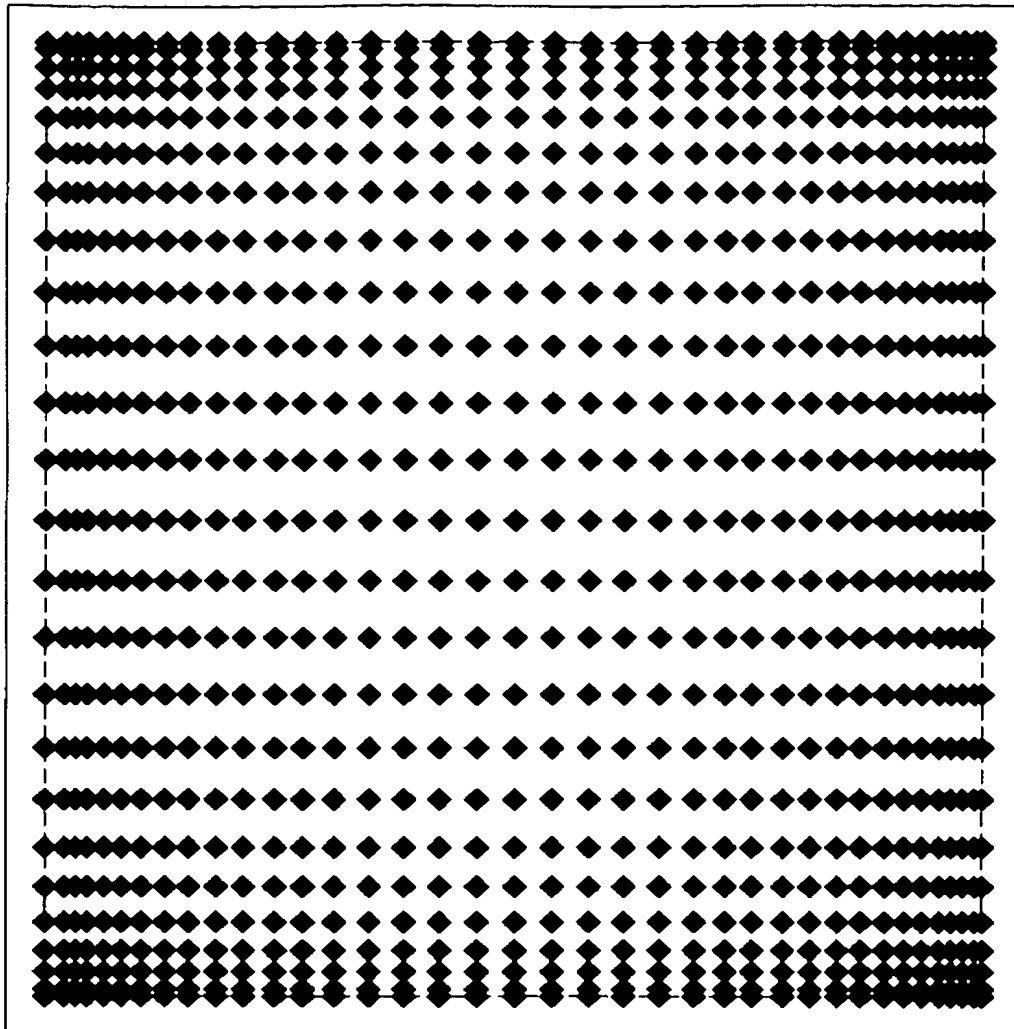
【図 27】



【図 28】



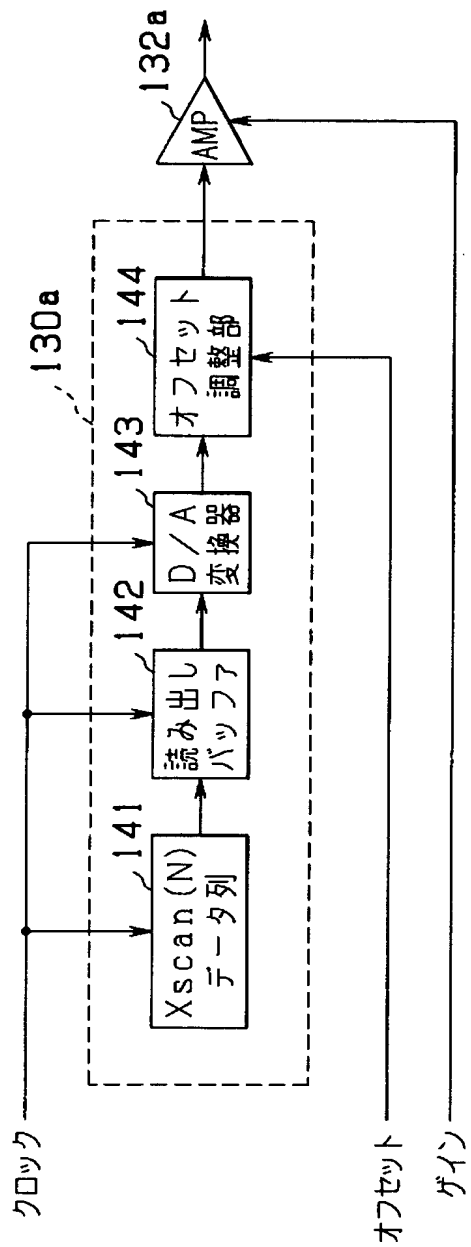
【図 2 9】



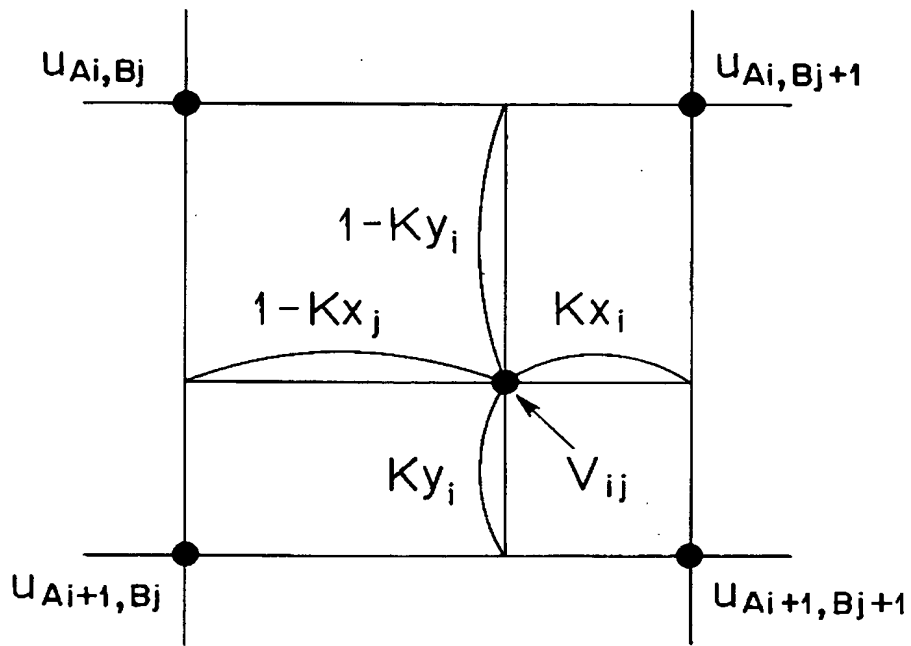
【図 3 0】

型式 (S/N)	戻り光量	光路長	開口数 (NA)	焦点距離	分解能	適合光源波長	ノイズレベル	スポット径
(a)								
X位相補正 (θ_x)	X駆動電圧 (V_x)	X駆動周波数 (f_x)	Xオフセット (V_{xo})	X視野範囲 (l_x)	X駆動波形種	X画像化範囲 (P_x)	Xスキャンニング式 ($X=\dots$)	
(b)								
Y位相補正 (θ_y)	Y駆動電圧 (V_y)	Y駆動周波数 (f_y)	Yオフセット (V_{yo})	Y視野範囲 (l_y)	Y駆動波形種	Y画像化範囲 (P_y)	Yスキャンニング式 ($Y=\dots$)	
(c)								

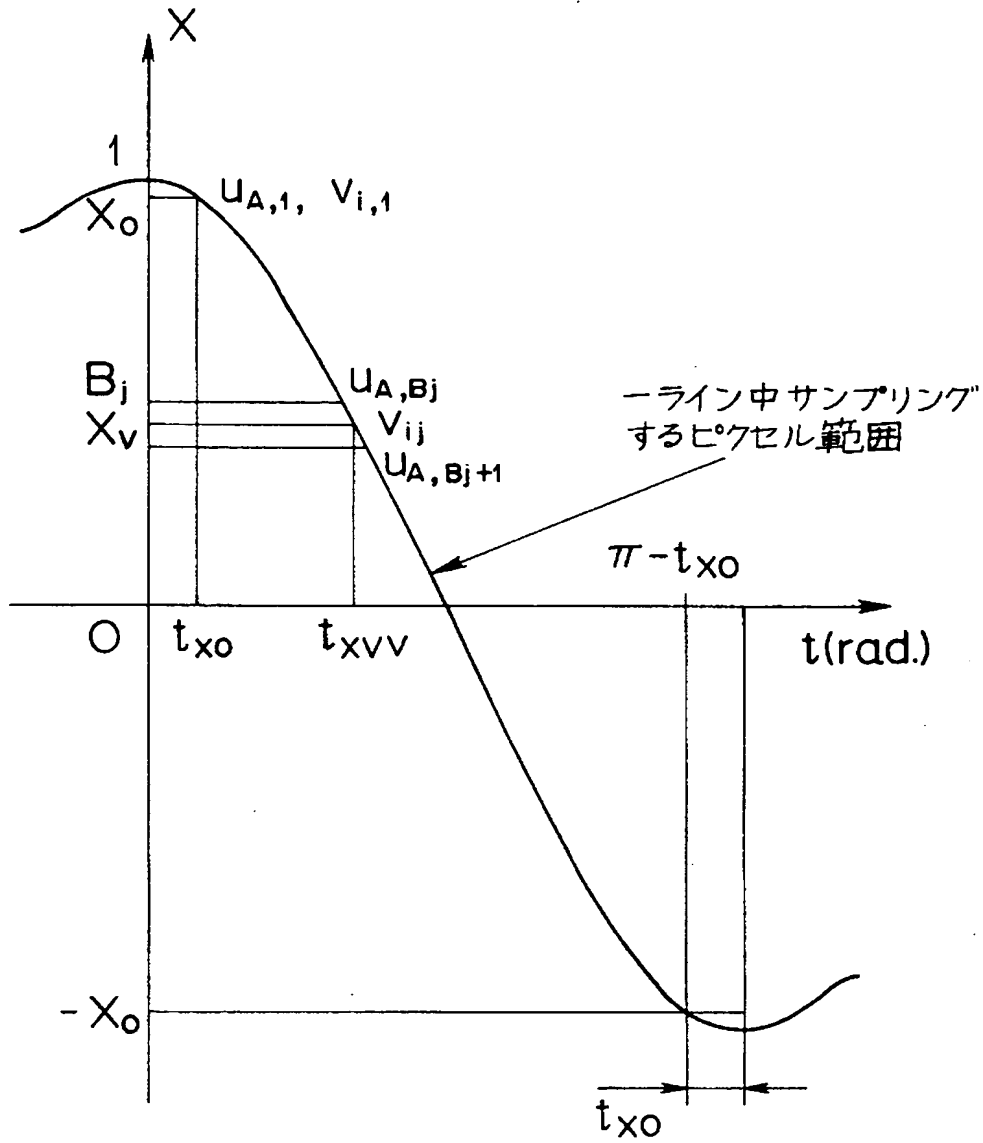
【図 31】



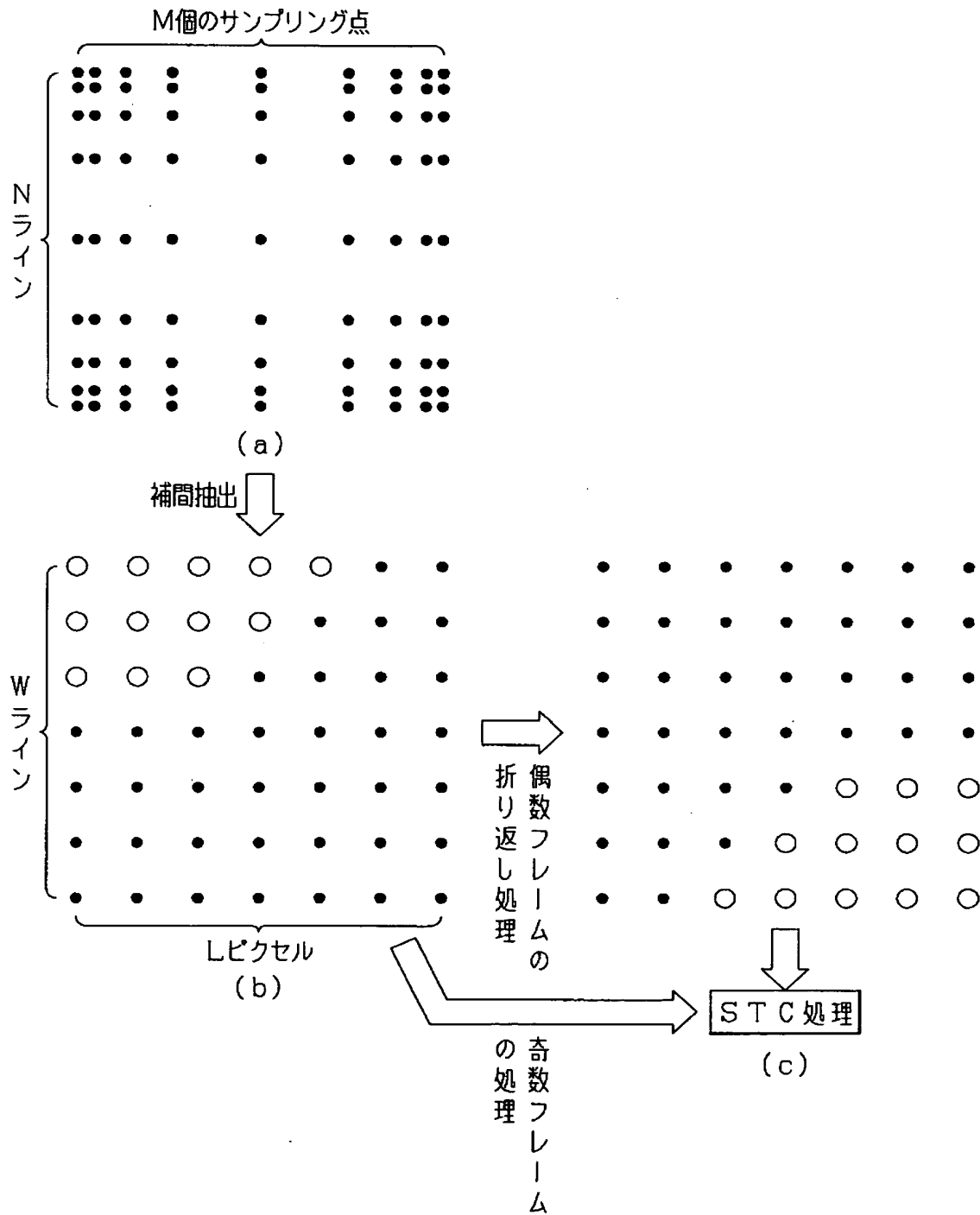
【図 3 2】



【図 33】

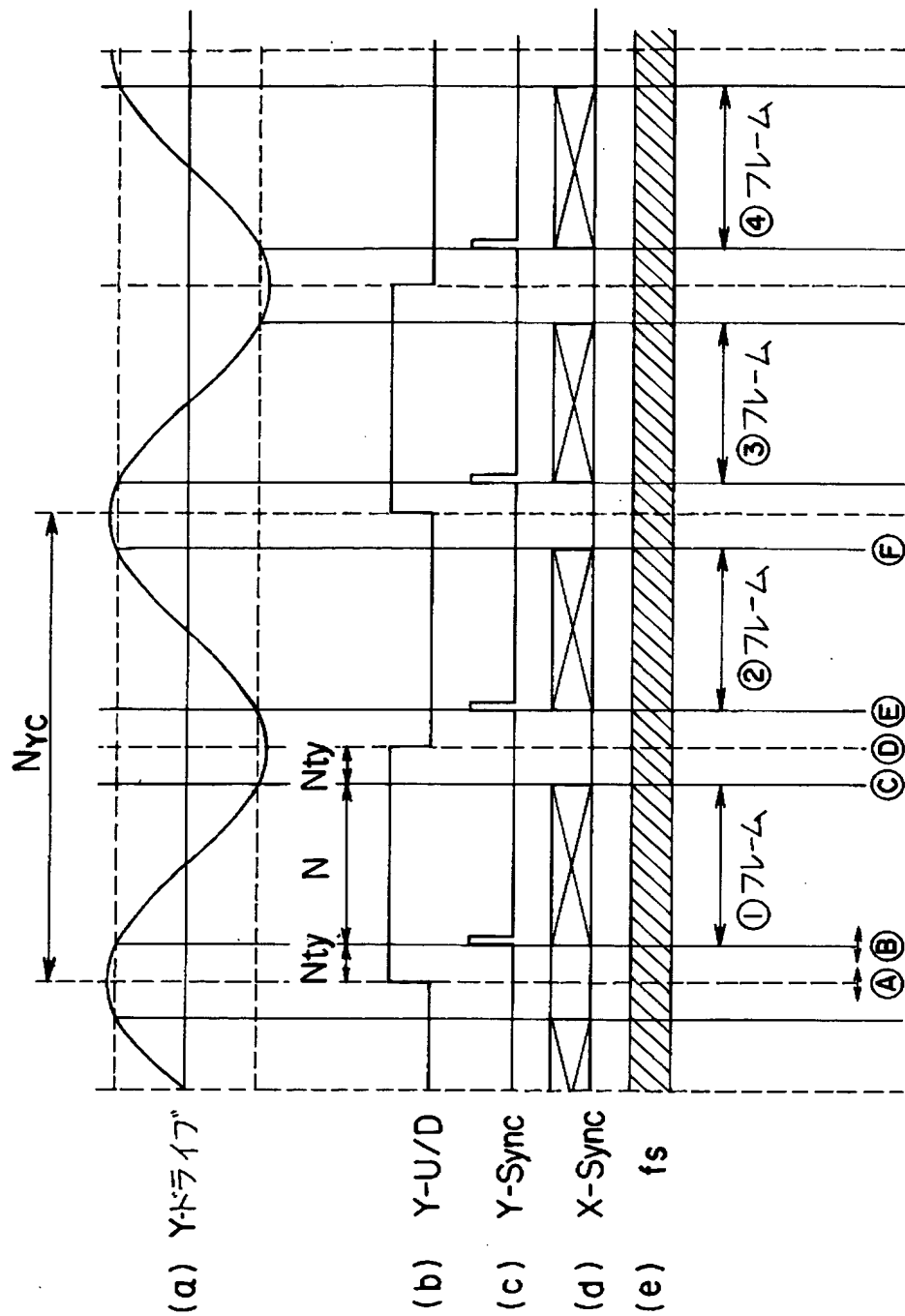


【図 35】

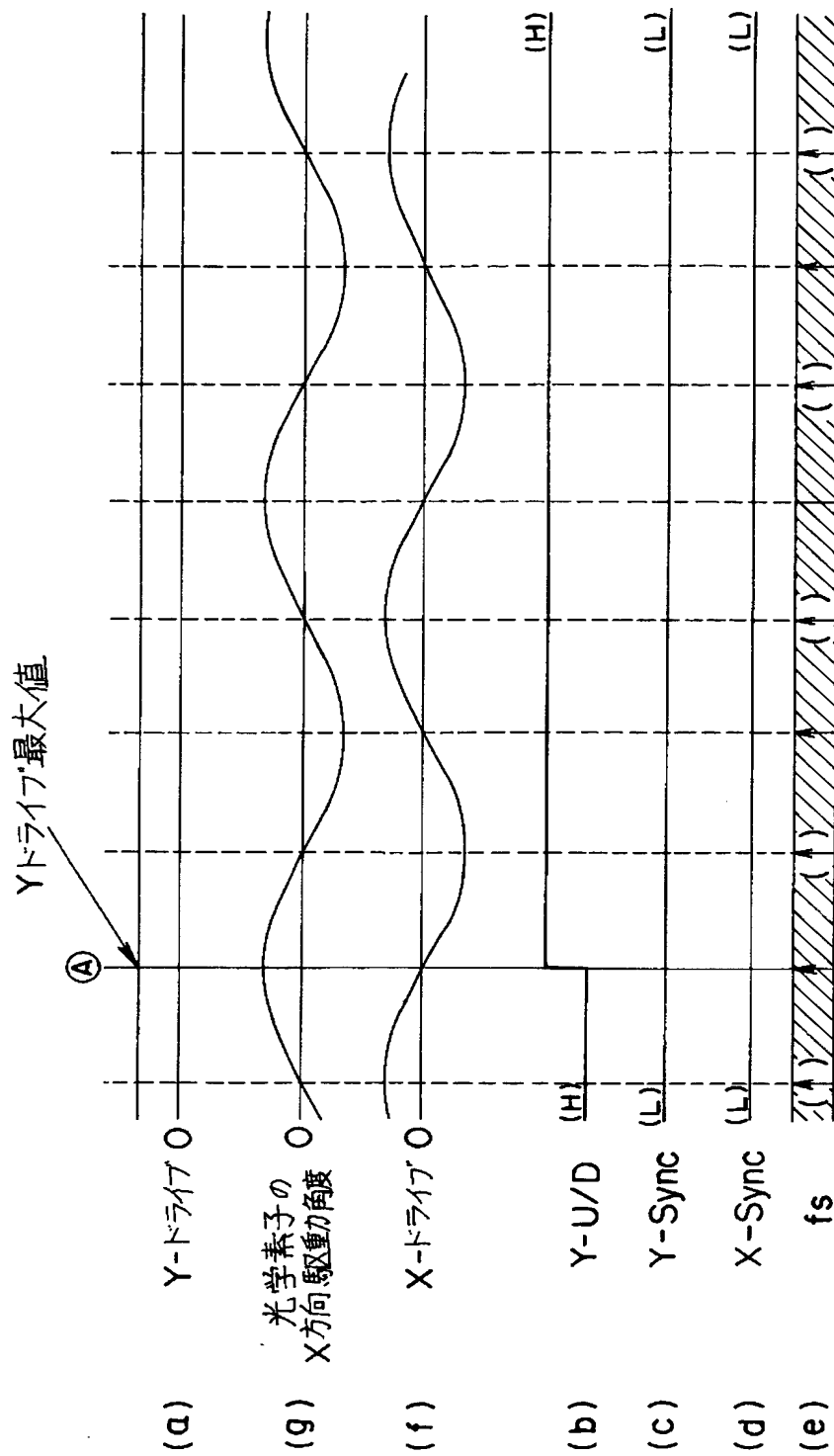


【図 36】

タイミングチャート (定常状態)

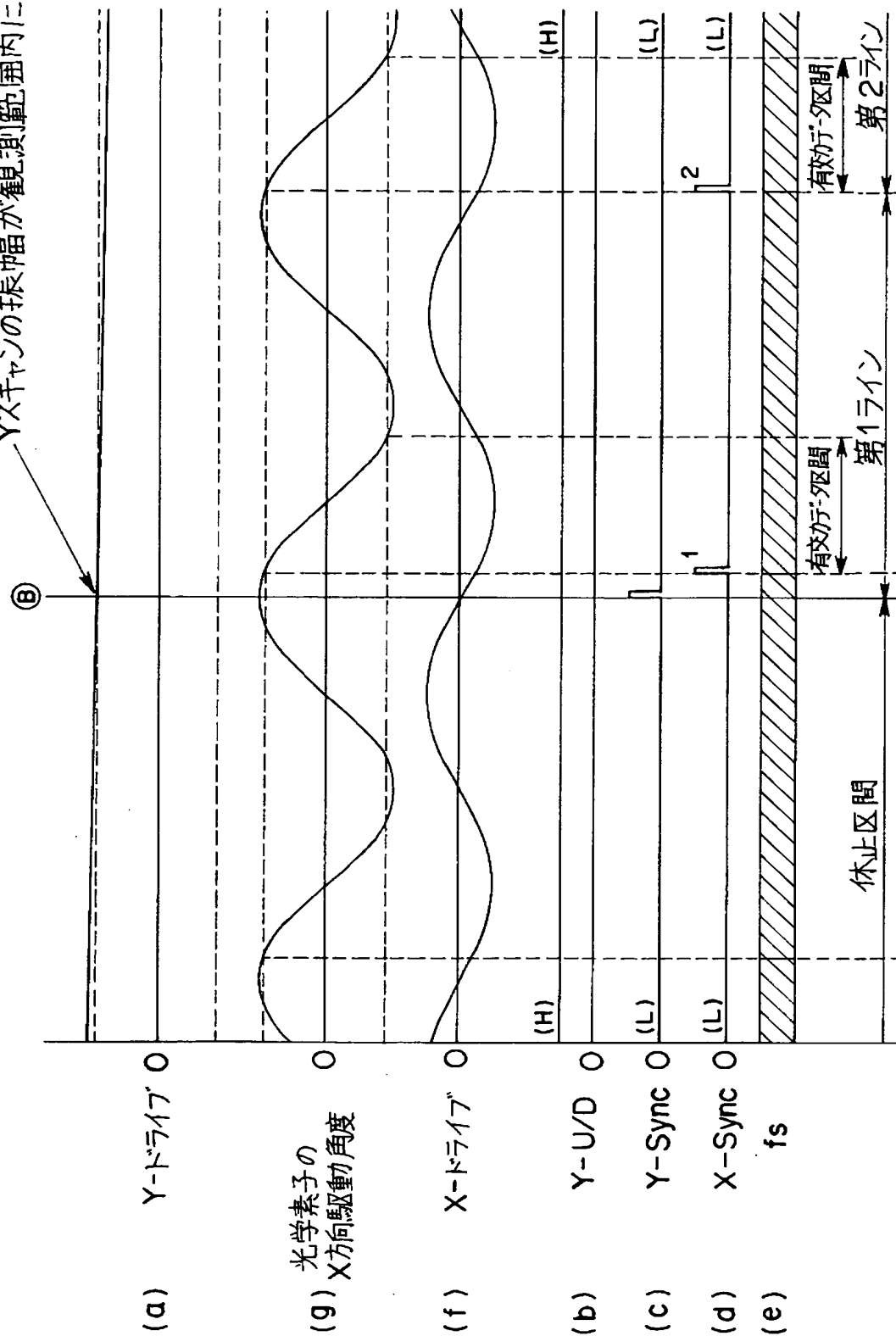


【図 37】

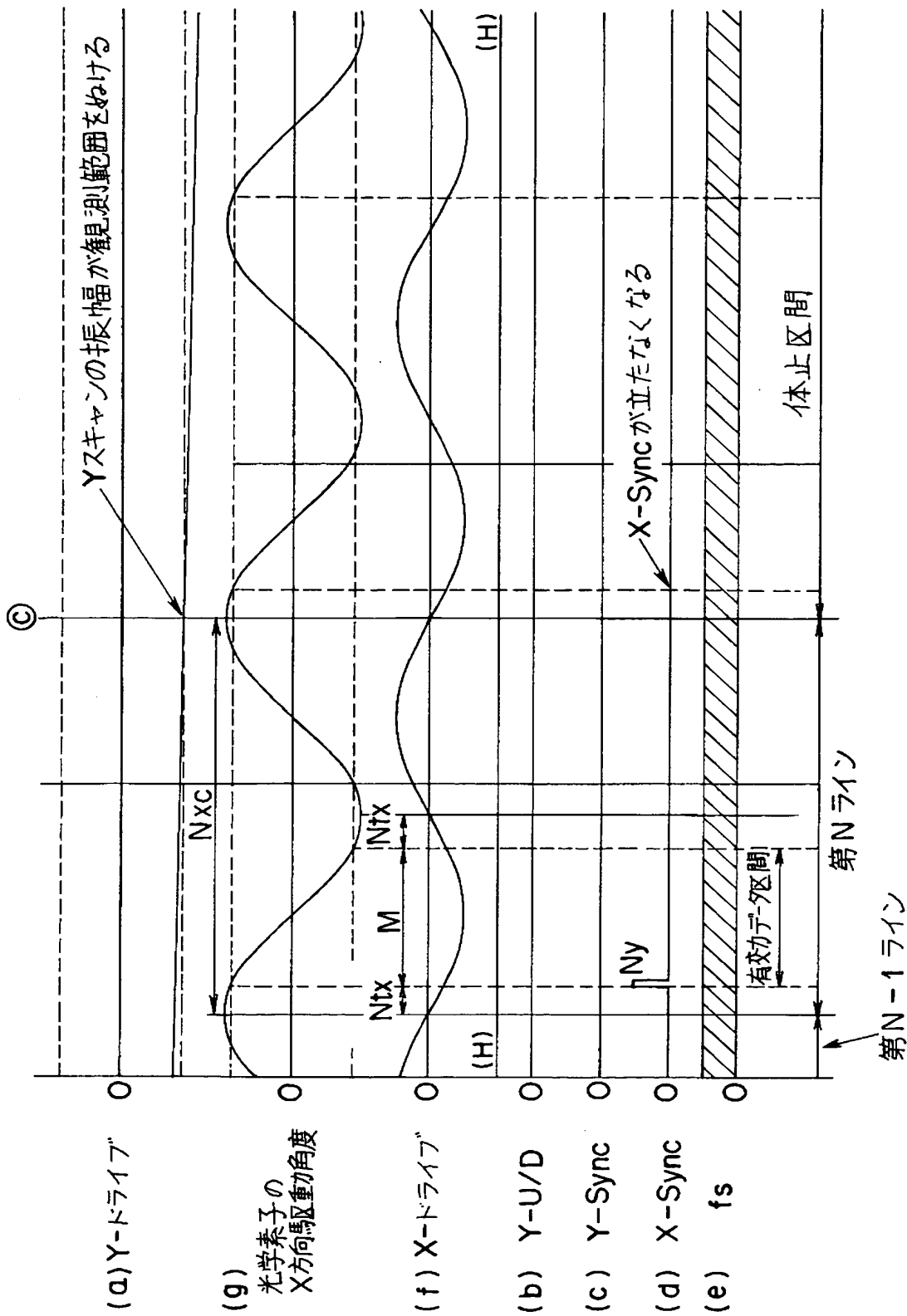


【図 38】

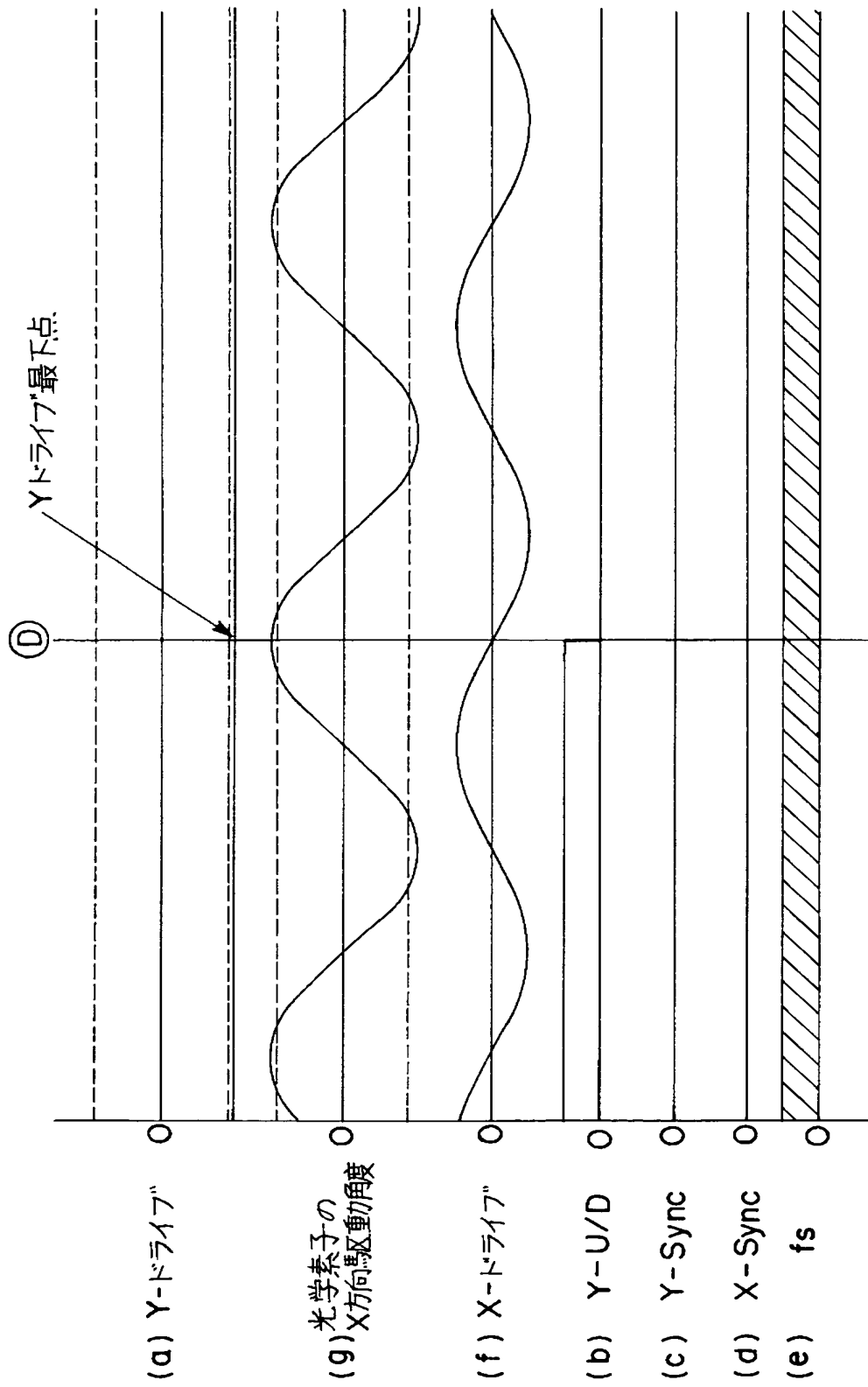
Yスキンの振幅が観測範囲内に入る



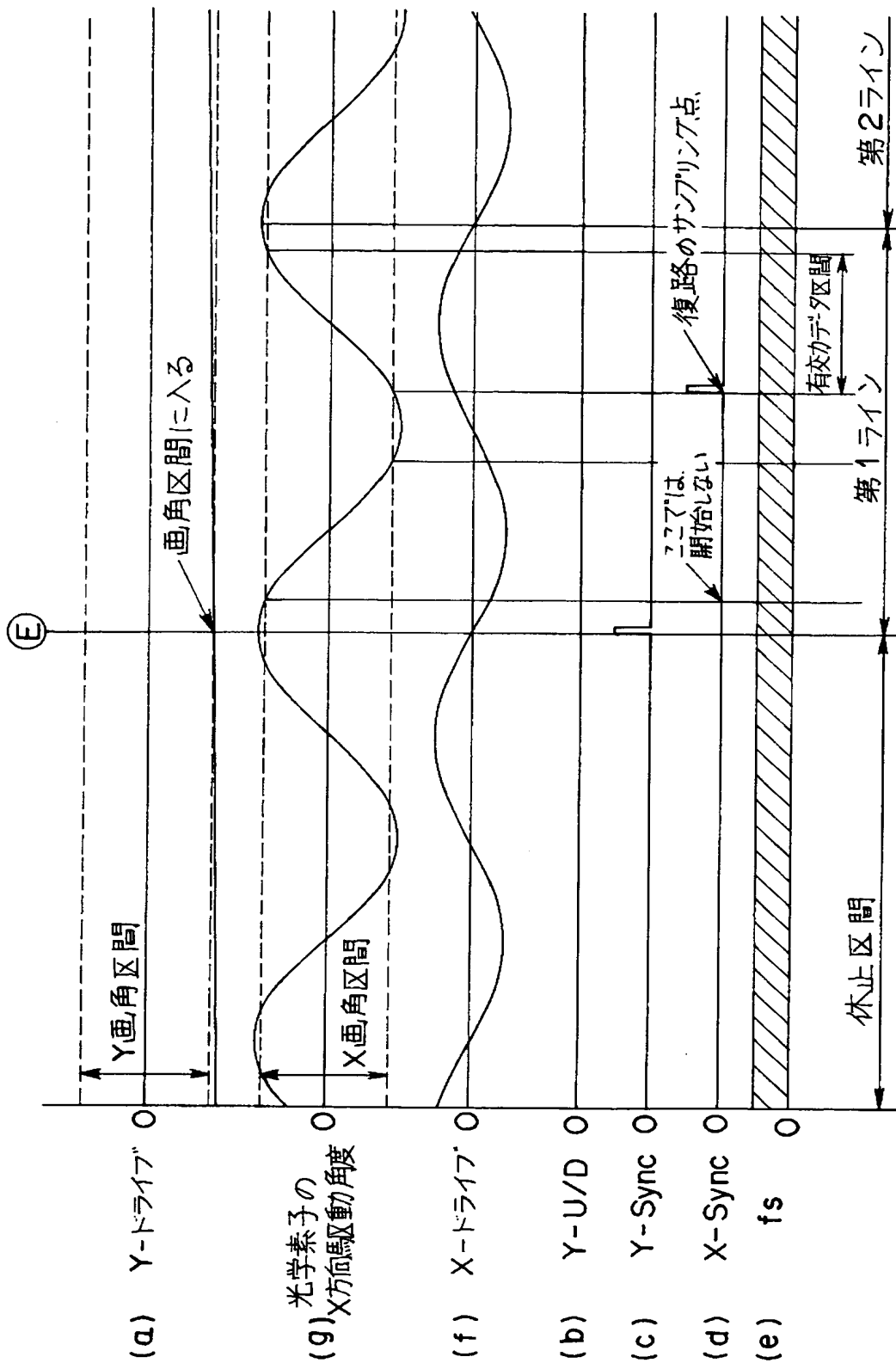
【図 39】



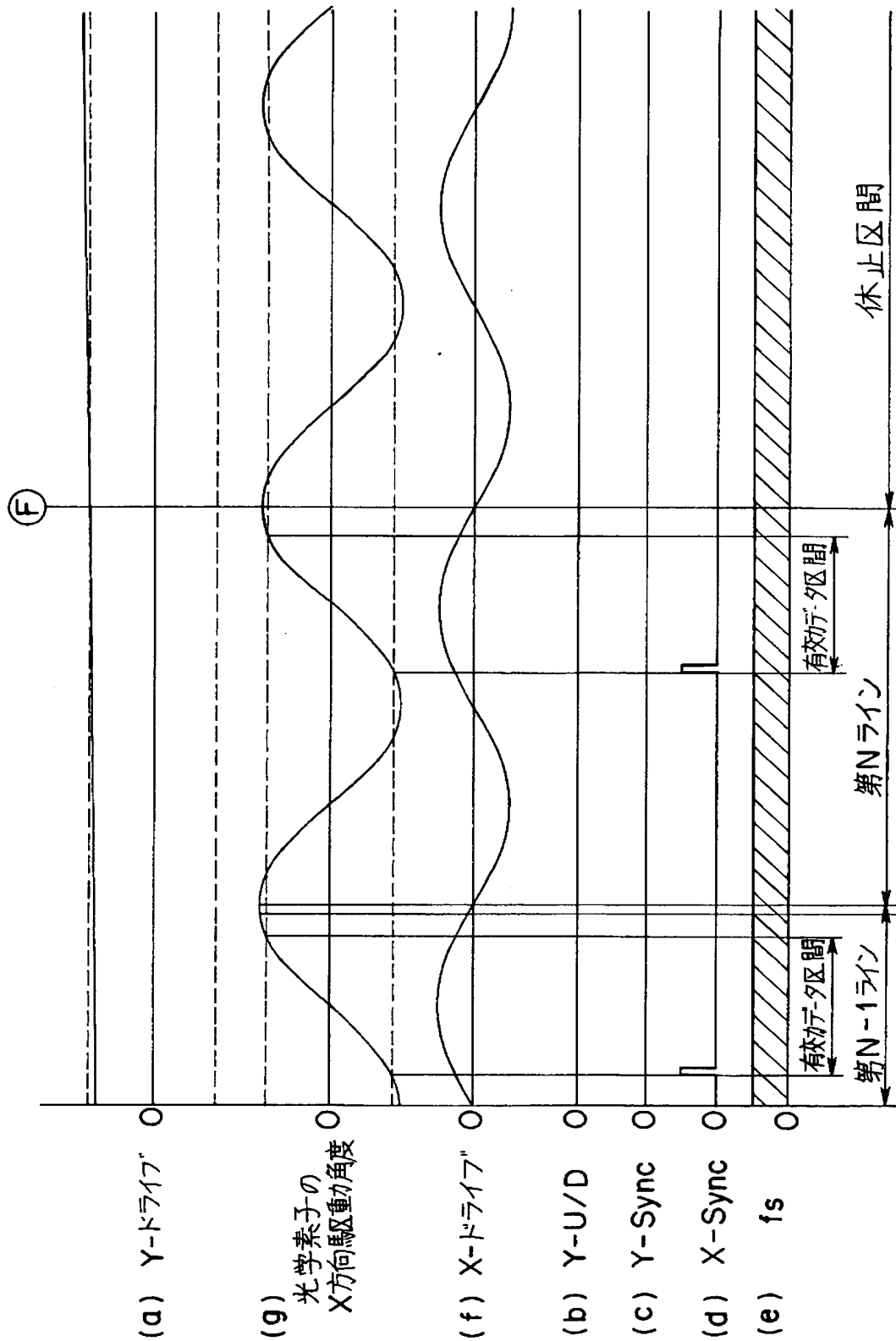
【図 40】



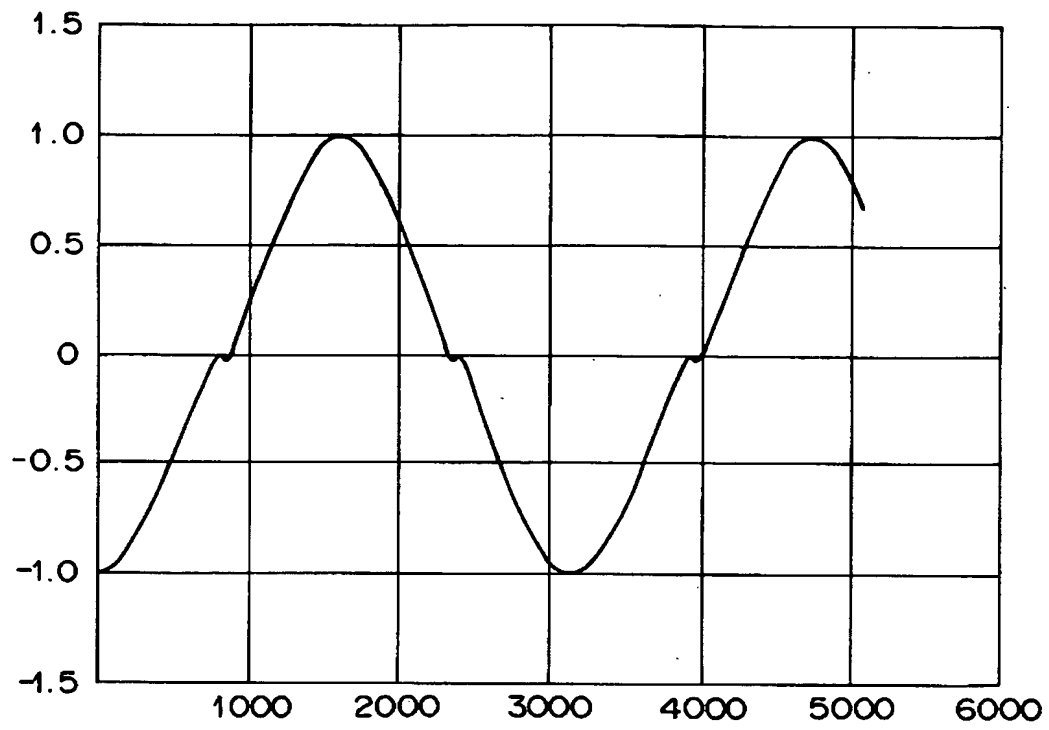
【図41】



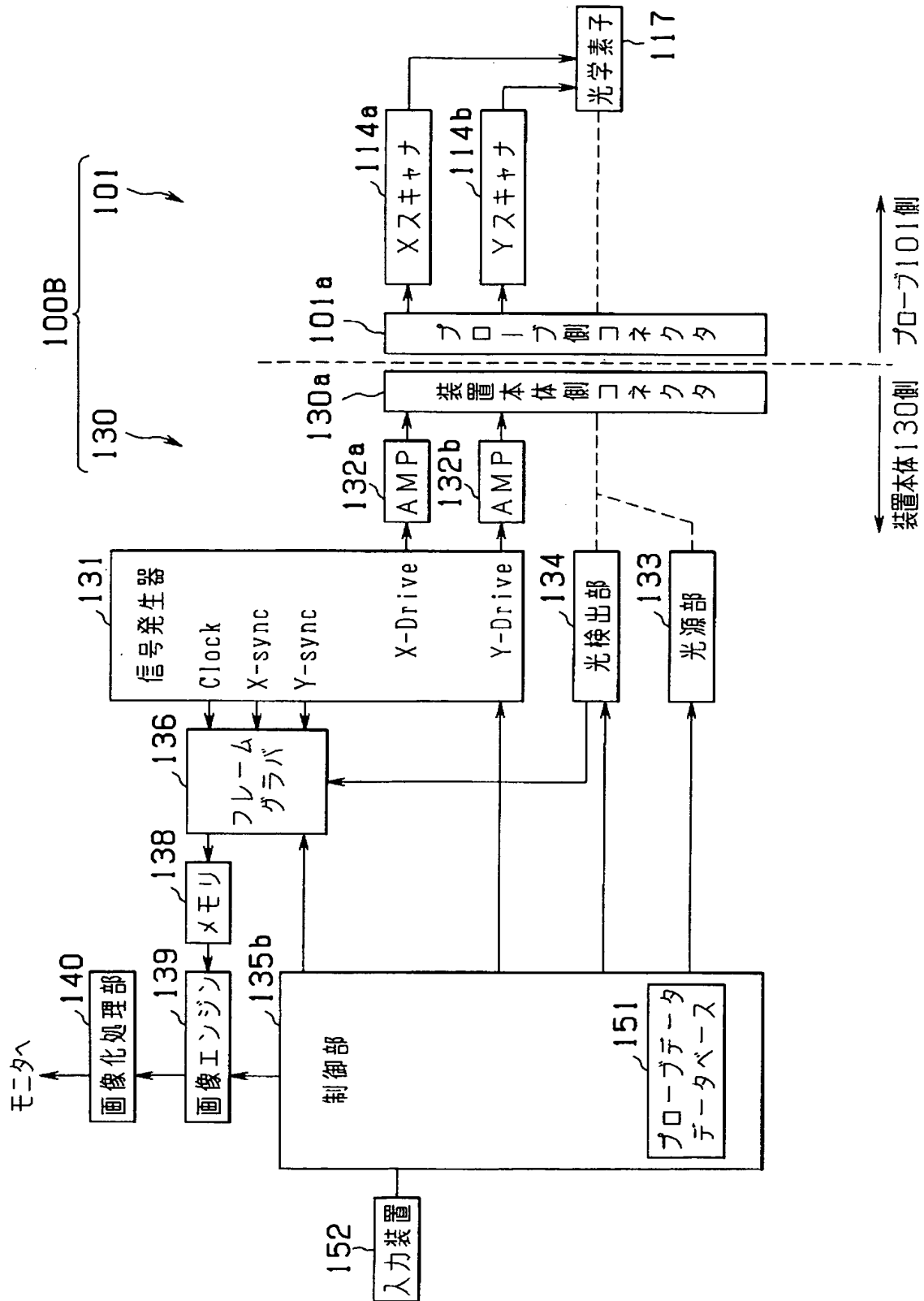
【図 42】



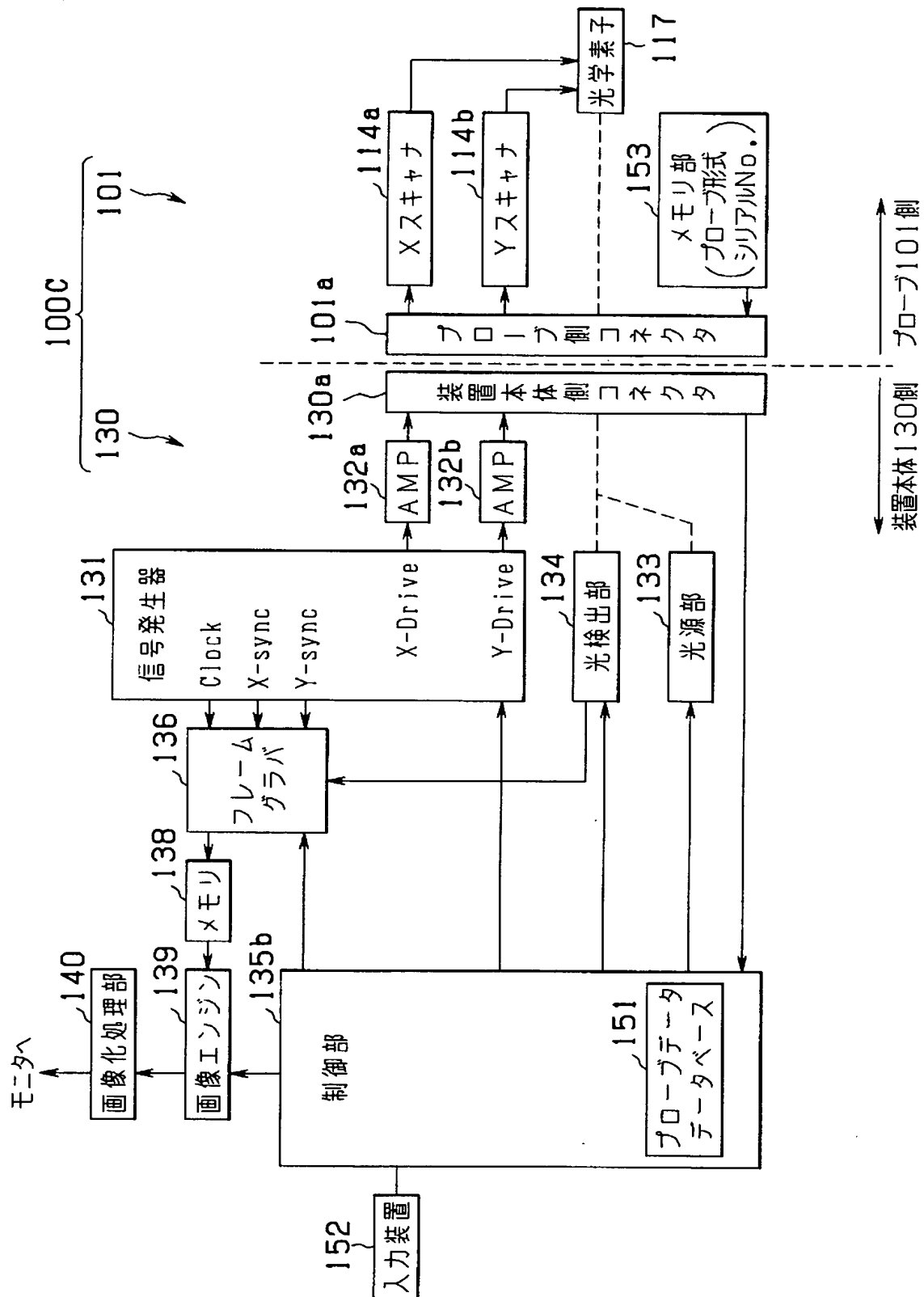
【図 43】



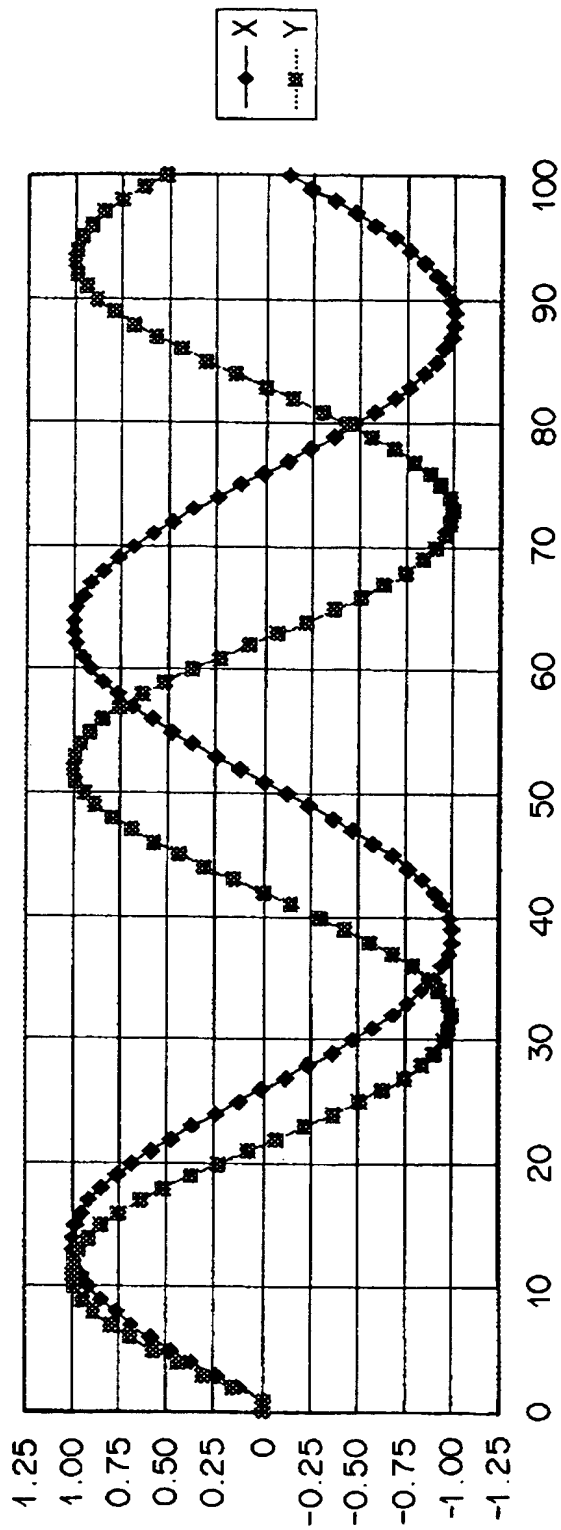
【図 44】



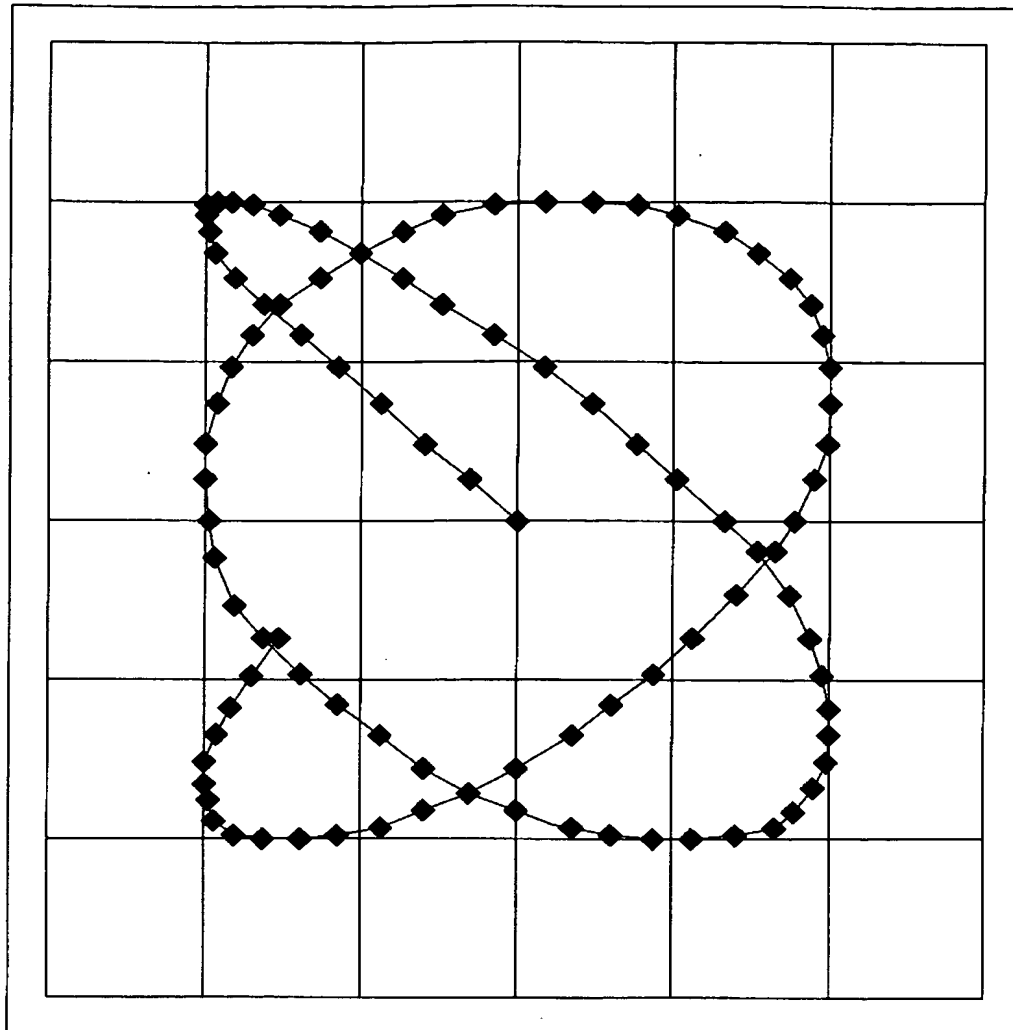
【図 45】



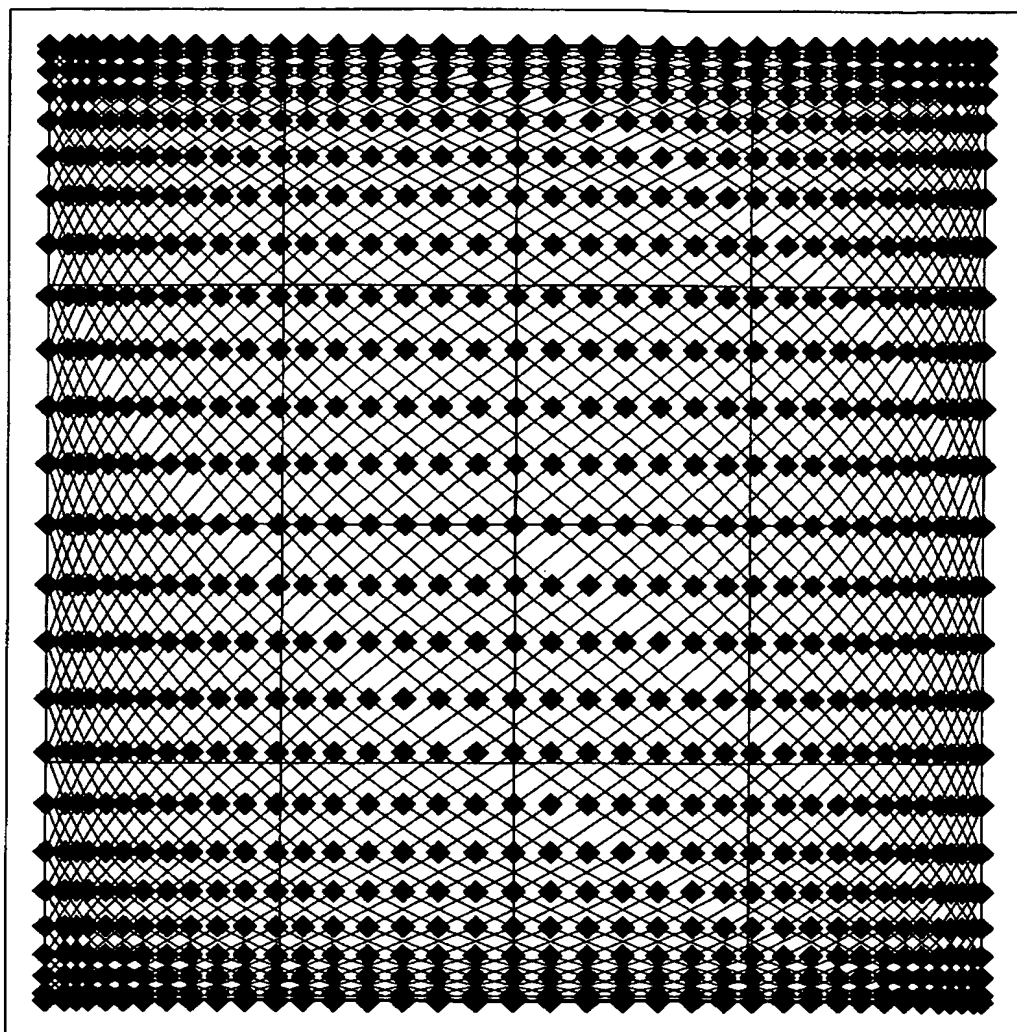
【図 46】



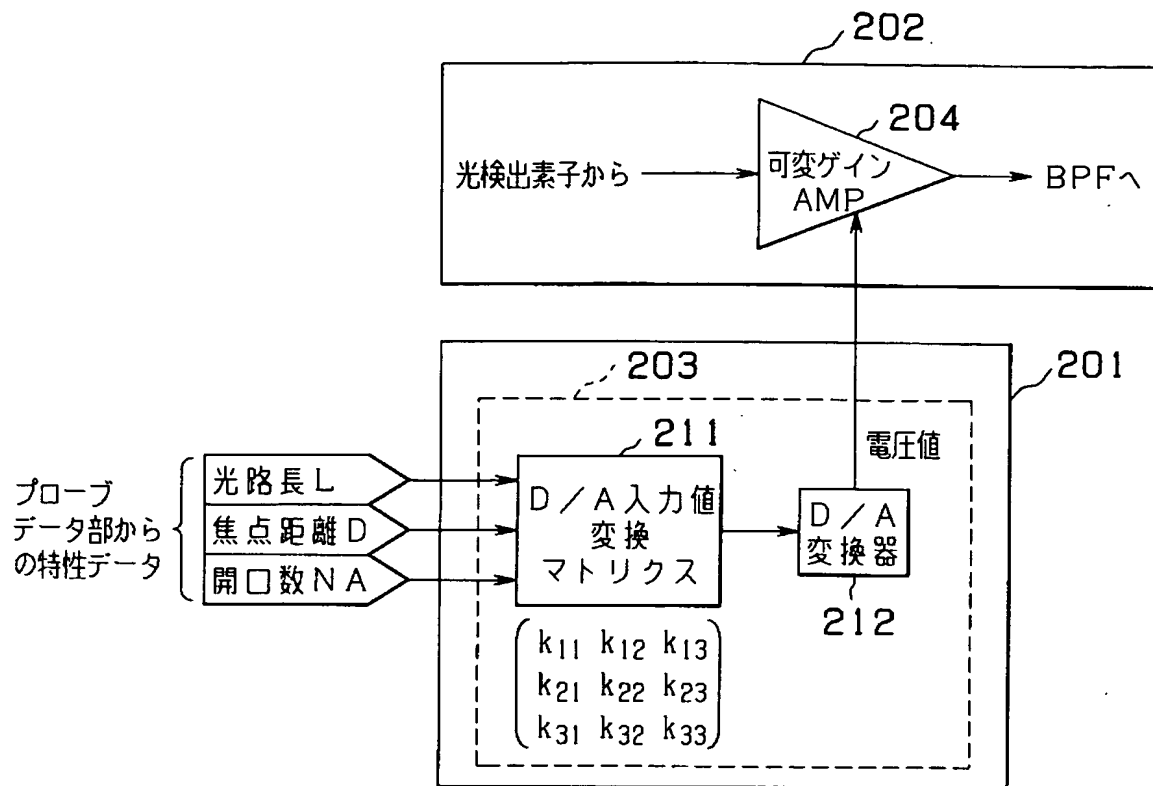
【図 47】



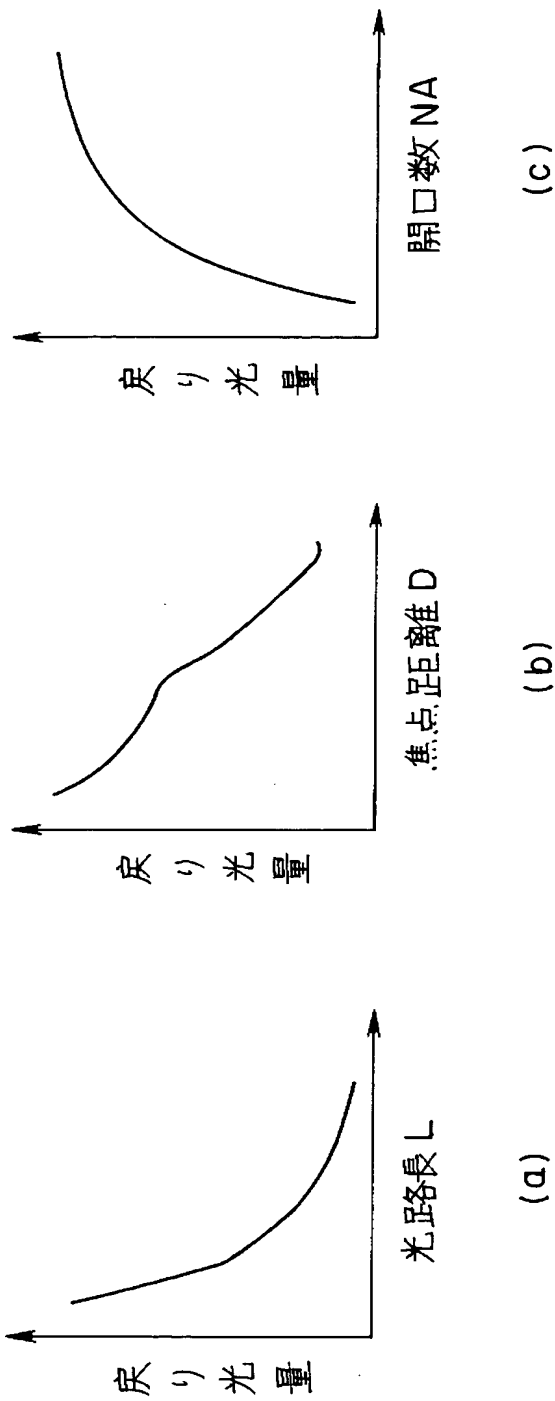
【図 48】



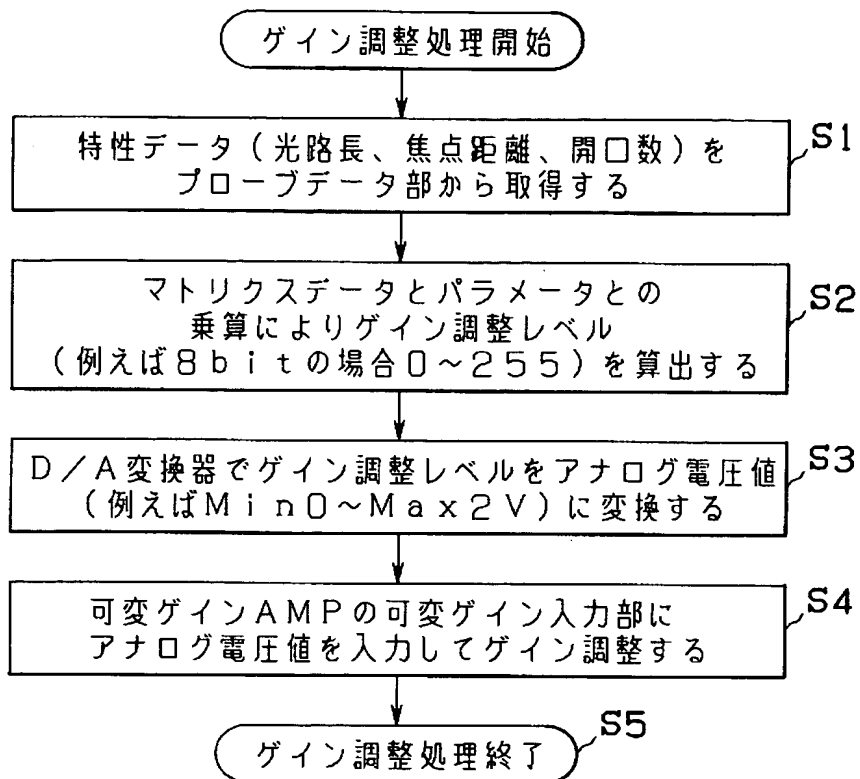
【図 49】



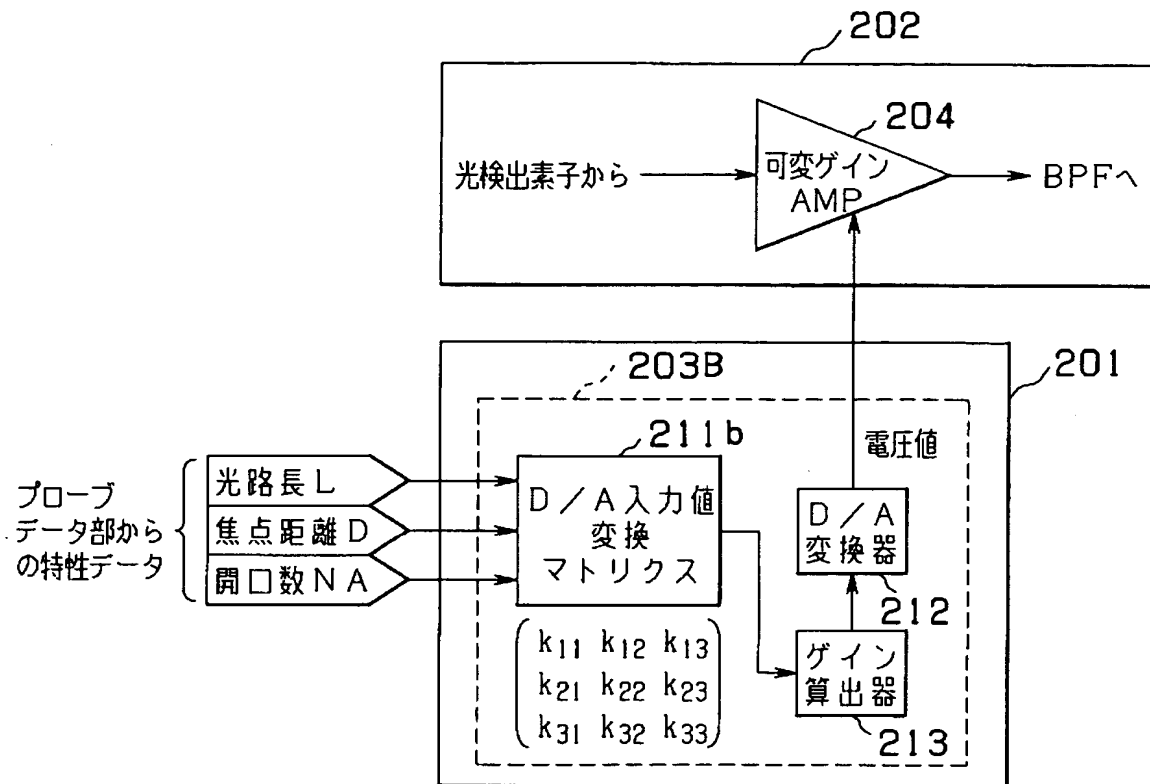
【図 50】



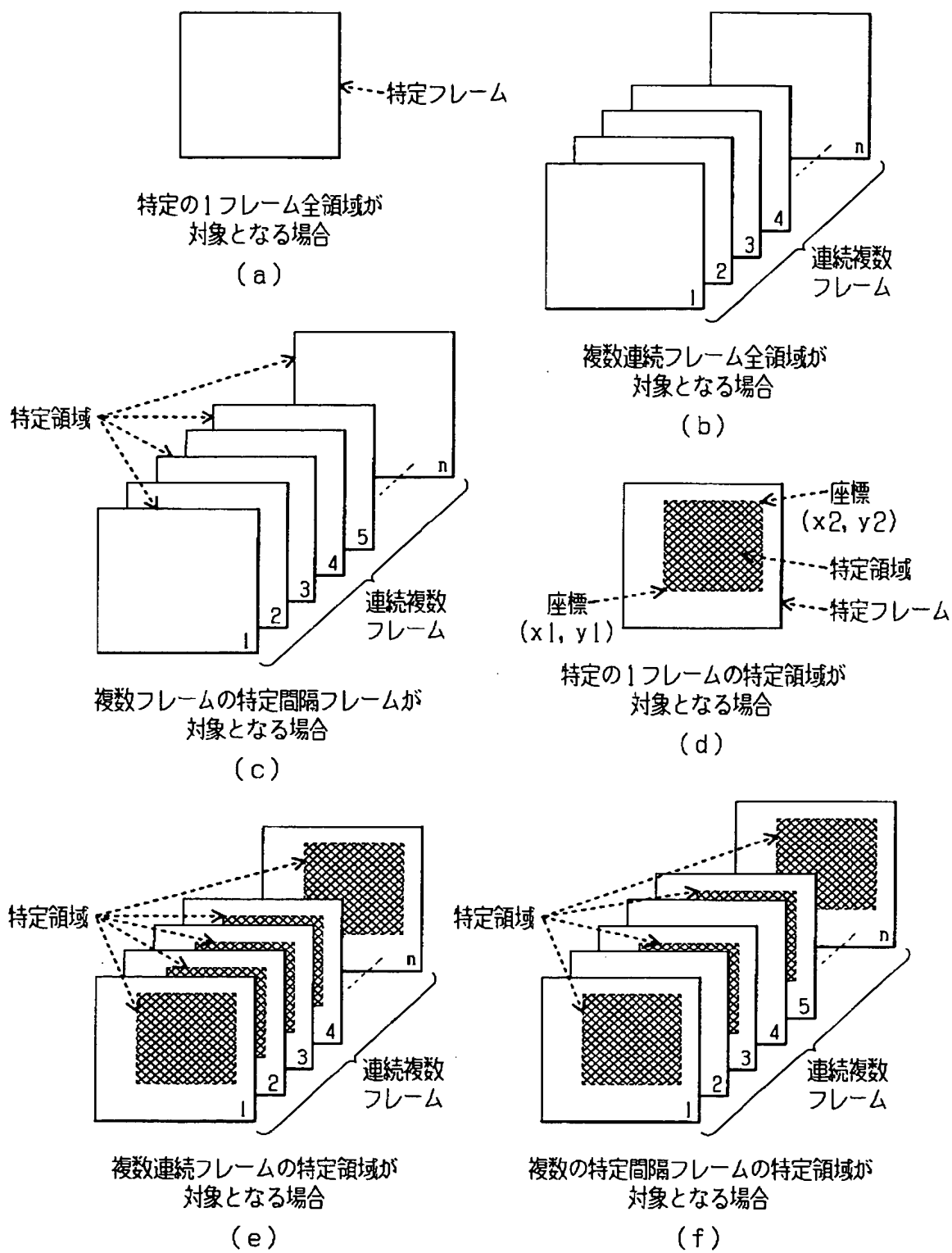
【図 5 1】



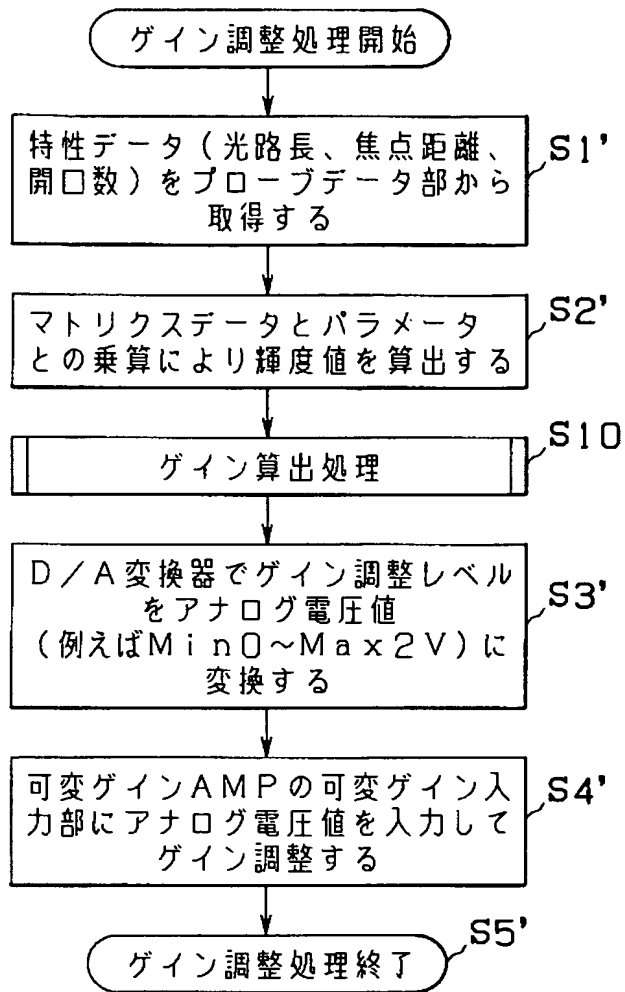
【図 5 2】



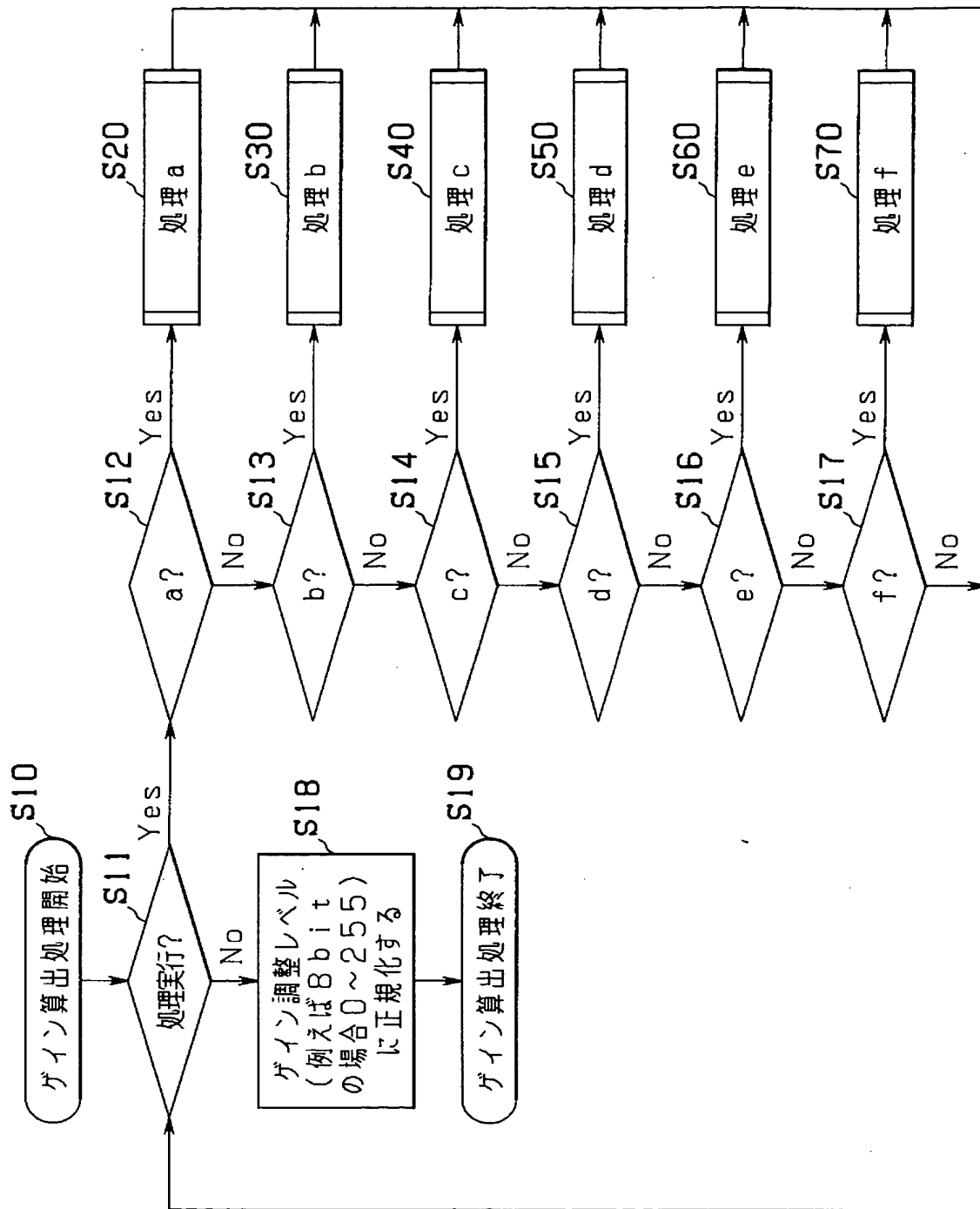
【図 5 3】



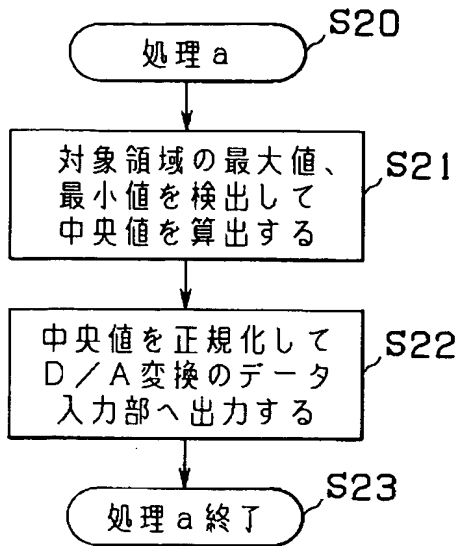
【図 5 4】



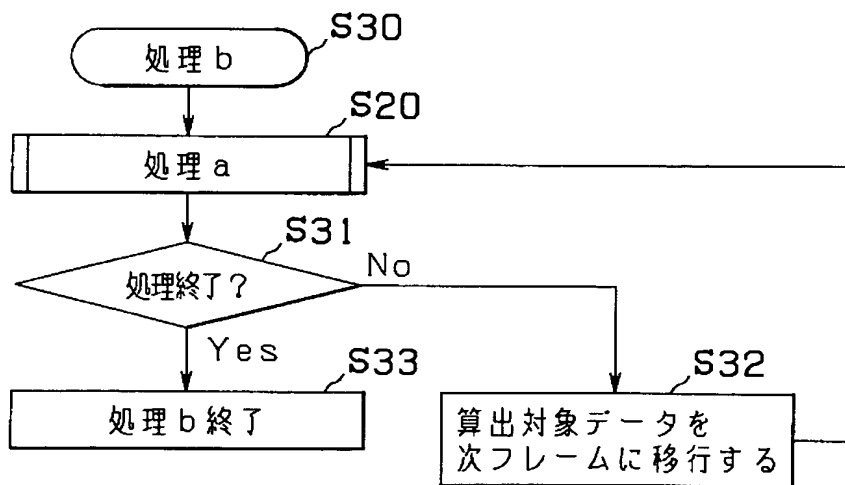
【図 55】



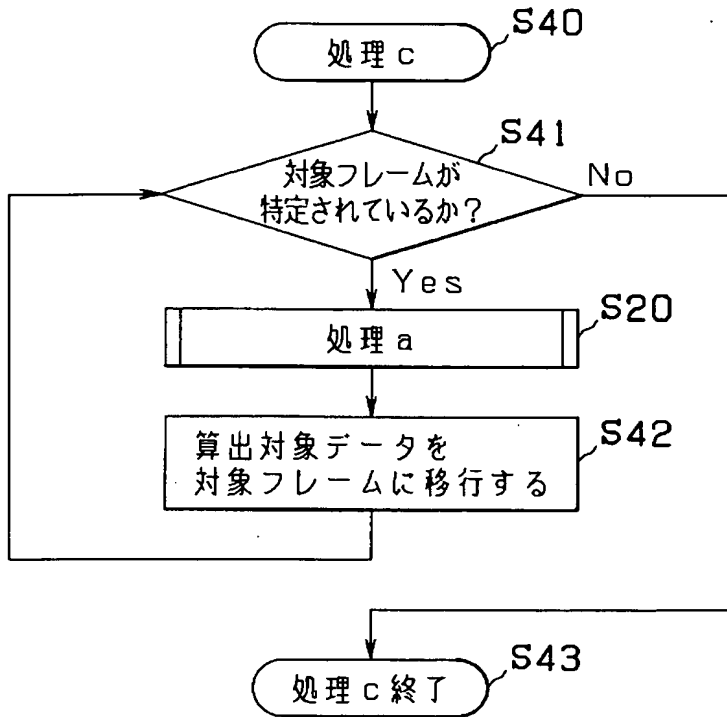
【図 5 6】



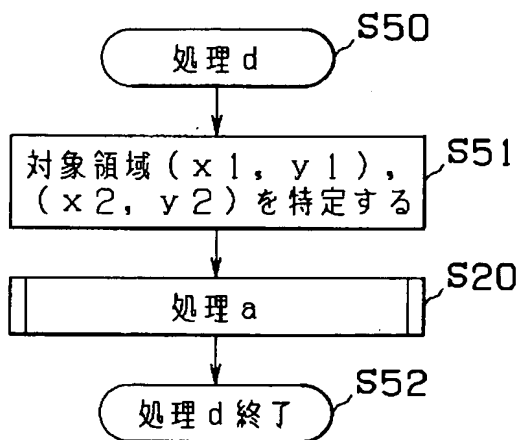
【図 5 7】



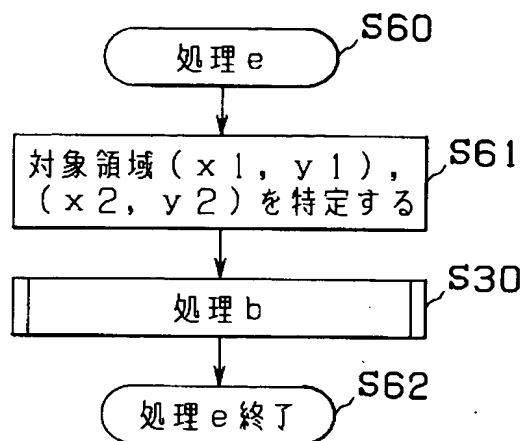
【図 58】



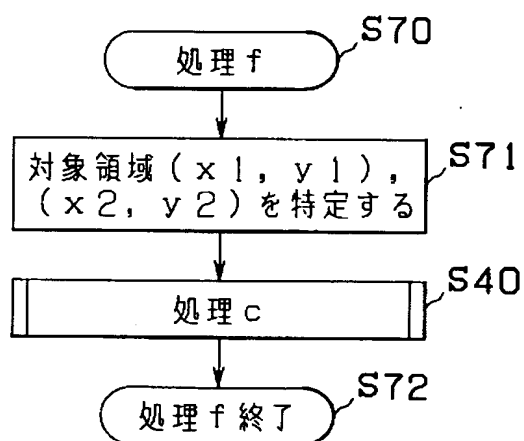
【図 59】



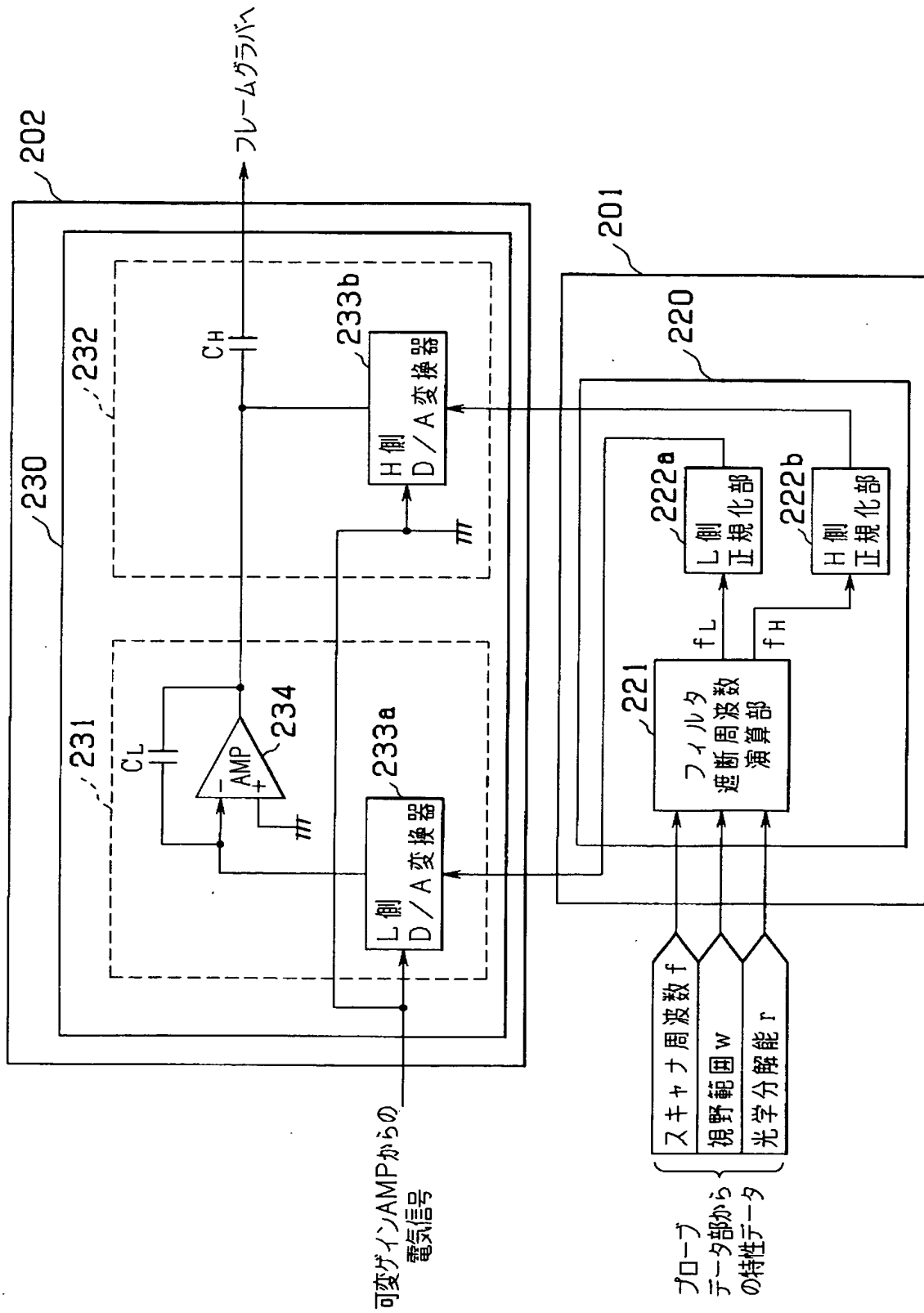
【図 6 0】



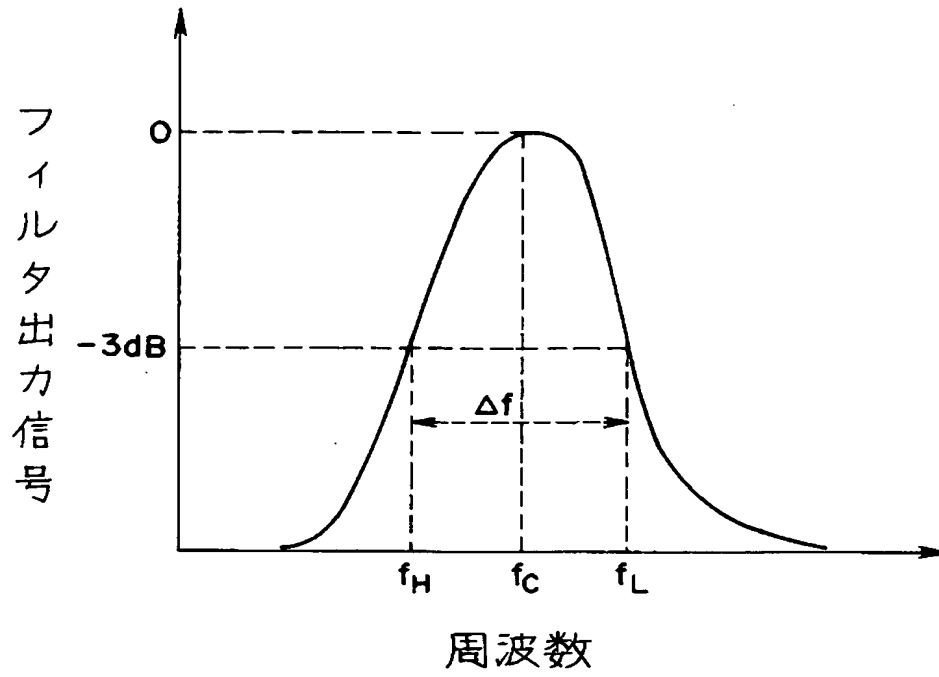
【図 6 1】



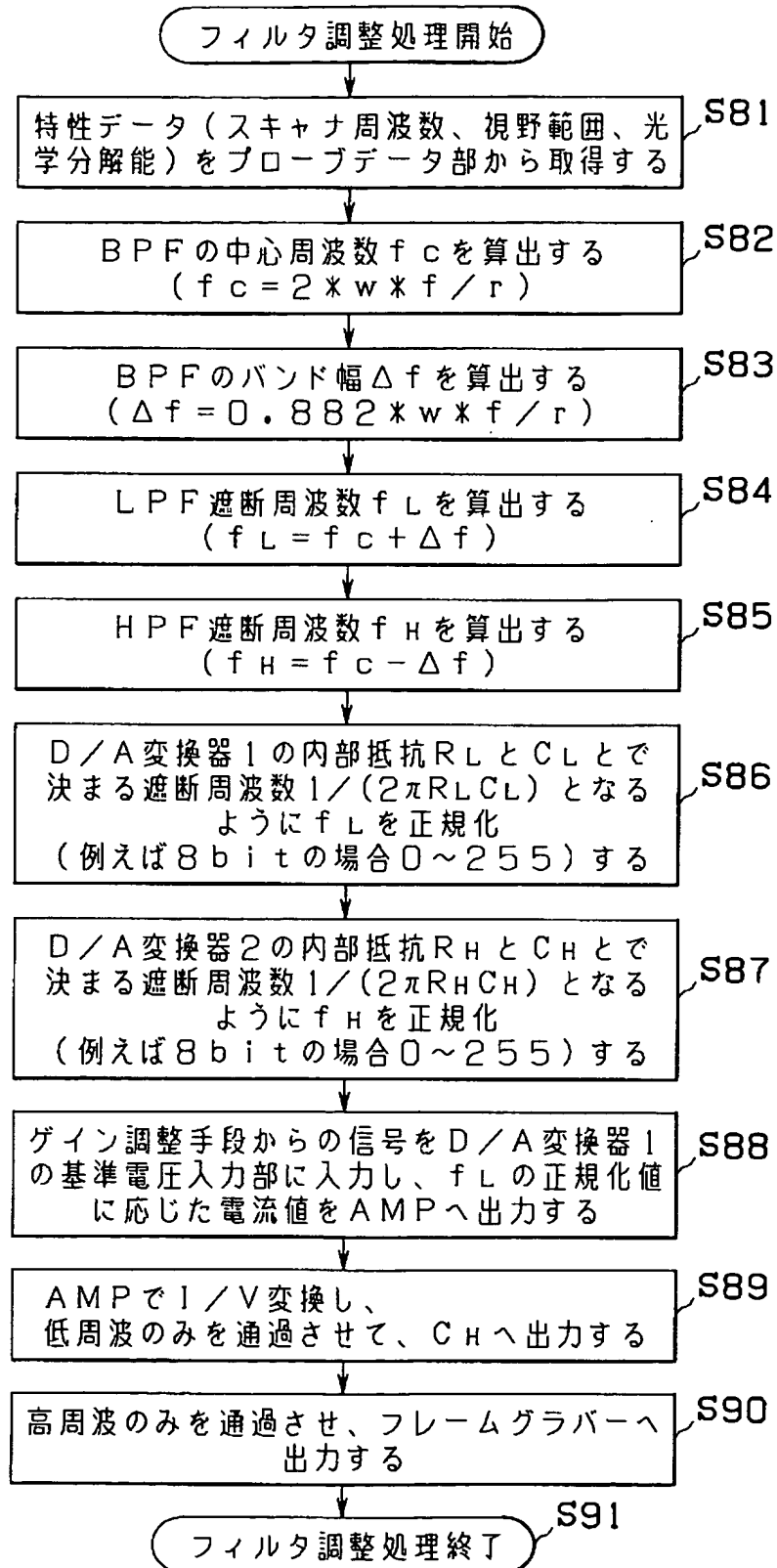
【図62】



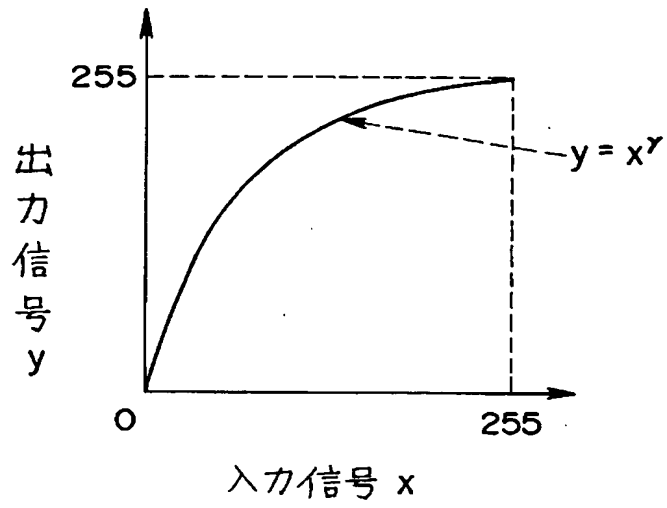
【図 6 3】



【図 6 4】



【図 6 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数種類の光プローブの特徴情報を自動的に検知・判別できるようにした光イメージング装置を提供する。

【解決手段】 光プローブ 9 の基端の装着部 10 にはその光プローブのスキヤニング方式や光路長等のプローブ情報に対応したプローブ情報保持手段 39 が設けられ、光プローブ 9 を観測装置 6 に接続（装着）すると観測装置 6 側に設けたプローブ情報検知手段でそのプローブ情報を自動的に検知して、その検知したプローブ情報により、スキヤニングや参照光の光路長等を、実際に接続された光プローブ 9 に対応する状態に設定して、使い勝手の良い構成にした。

【選択図】 図 1

特願 2002-115399

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000376]

1. 変更年月日 1990年 8月20日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
氏 名 オリパス光学工業株式会社
2. 変更年月日 2003年10月 1日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
氏 名 オリパス株式会社

BEST AVAILABLE COPY